

Министерство образования и науки Российской Федерации  
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Российский государственный профессионально-педагогический  
университет»  
Институт инженерно-педагогического образования  
Кафедра металлургии, сварочного производства и методики  
профессионального обучения

К ЗАЩИТЕ ДОПУСКАЮ:  
Заведующий кафедрой МСП  
\_\_\_\_\_ Б.Н. Гузанов  
«\_\_\_» \_\_\_\_\_ 20 16 г.

**ОРГАНИЗАЦИЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПРОЦЕССА ИЗГОТОВЛЕ-  
НИЯ ОТЛИВОК ИЗ СТАЛИ ДЛЯ МАШИНОСТРОЕНИЯ С ГОДОВЫМ  
ВЫПУСКОМ 21000 ТОНН**

Выпускная квалификационная работа бакалавра  
по направлению 44.03.04Металлургия

Идентификационный код ВКР: 155

Исполнитель:  
студент группы МП–401  
(подпись)

Ладейщиков М.Б.

Руководитель:  
старший преподаватель  
кафедры МСП  
(подпись)

В.В. Сапронов

Нормоконтролер:  
профессор кафедры МСП,  
канд.техн.наук, доцент  
(подпись)

Ю.И. Категоренко

Екатеринбург  
2016

## Реферат

Дипломный проект содержит 109 листов машинописного текста, 2 рисунка, 58 таблиц, 16 источника литературы, 1 приложение, графическую часть на 5 листах формата А1.

В дипломном проекте разработана система организация технологического процесса изготовления отливок для машиностроения с годовым выпуском 21 тыс. тонн

Произведен расчет основных отделений литейного цеха и выбор технологического оборудования для производства отливок. Разработана новая технология изготовления детали «Ступица».

В экономической части произведены расчеты по организации труда и заработной платы, себестоимость одной тонны годных отливок, коммерческая эффективность проекта.

Рассмотрены вопросы безопасности труда производственных рабочих и охраны окружающей среды.

Ключевые слова: ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ ПРОЦЕСС, ОТЛИВКА, ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ МЕНЕДЖМЕНТ, ПРОИЗВОДСТВЕННАЯ МОЩНОСТЬ, СЕБЕСТОИМОСТЬ, ОХРАНА ПРИРОДЫ, ОХРАНА ТРУДА, КОММЕРЧЕСКАЯ ЭФФЕКТИВНОСТЬ.

|           |             |          |         |      |  |              |  |      |  |        |  |
|-----------|-------------|----------|---------|------|--|--------------|--|------|--|--------|--|
|           |             |          |         |      |  |              |  |      |  |        |  |
|           |             |          |         |      |  |              |  |      |  |        |  |
| Изм.      | Лист        | № докум. | Подпись | Дата |  |              |  |      |  |        |  |
| Разраб.   | Ладейщиков  |          |         |      | Организация технологического процесса изготовления отливок из стали для машиностроения с годовым выпуском 21000 тонн | Лит.         |  | Лист |  | Листов |  |
| Провер.   | Сапронов    |          |         |      |  |              |  | 2    |  | 109    |  |
| Реценз    |             |          |         |      |  | Гр. – МП-401 |  |      |  |        |  |
| Н. Контр. | Категоренко |          |         |      |  |              |  |      |  |        |  |
| Утверд.   | Гузанов     |          |         |      |  |              |  |      |  |        |  |

## Содержание

|  |    |
|--|----|
| Реферат .....  | 3  |
| ВВЕДЕНИЕ.....  | 7  |
| 1ПРОЕКТНАЯ ЧАСТЬ.....  | 8  |
| 1.2 Режим работы цеха и фонды времени .....  | 12 |
| 1.2.1 Расчет фондов времени работы оборудования .....                                | 12 |
| 1.3 Расчёт производственных отделений цеха.....                                      | 13 |
| 1.3.1 Плавильное отделение .....   | 13 |
| 1.3.2 Расчет парка ковшем.....   | 14 |
| 1.3.3 Формовочно-заливочное отделение .....  | 15 |
| 1.3.4 Стержневое отделение.....  | 16 |
| 1.3.5 Расчет шихты для выплавки стали.....   | 17 |
| 4.1.3 Окислительный период .....   | 25 |
| 4.1.4 Раскисление металла.....   | 30 |
| 2.ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ .....  | 35 |
| 2.1. Характеристика изготавливаемой детали.....                                      | 35 |
| 2.2.Материал отливки и его свойства .....  | 35 |
| 2.3 Выбор способа производсва отливки.....   | 36 |
| 2.4. Выбор формовочных и стержневых смесей и покрытий .....                          | 36 |
| ТАБЛИЦА 27 - СОСТАВ КРАСОК В ВЕС. % (МЕЖДУ НОМЕРОМ И<br>НАЗВАНИЕМ ТИРЕ) .....        | 38 |
| 2.5. Выбор и обоснование плоскости разъема формы и подвода сплава<br>к отливке ..... | 38 |
| 2.6 Литейные формы и стержни .....   | 39 |
| 2.6.1Определение размеров опок. Выбор конструкциии материала<br>опок.....            | 39 |
| 2.6.2. Определение количества стержней и их размеров .....                           | 39 |
| 2.6.2 Описание способа изготовления стержней .....                                   | 40 |
| 2.7 Определение припусков на механическуюобработку.....                              | 41 |
| 2.8 Обеспечение питания отливки.....   | 42 |
| 2.8.1 Определение узлов питания отливки и количества прибылей.....                   | 42 |

|      |      |          |         |      |                    |      |
|------|------|----------|---------|------|--------------------|------|
|      |      |          |         |      | ДП.44.03.04.155 ПЗ | Лист |
|      |      |          |         |      |                    | 4    |
| Изм. | Лист | № докум. | Подпись | Дата |                    |      |

|  |    |
|--|----|
| 2.9 Конструирование и расчет прибылей .....  | 42 |
| 2.10 Определение выхода годного .....  | 44 |
| 2.11. Конструирование и расчет литниковой системы .....  | 44 |
| 2.11.1.Обоснование принятого типа литниковой системы и способа заливки сплава в форму. ....    | 44 |
| 2.11.2 Расчет оптимальной продолжительности заливки и площадей сечений литниковых каналов..... | 45 |
| 2.11.3 Расчет литниковой системы.....  | 46 |
| 2.12 Модельно-литейная оснастка.....   | 48 |
| 2.13 Выбивка, обрубка и очистка отливок .....  | 48 |
| 2.14 Термическая обработка отливок.....  | 50 |
| 2.15 Контроль качества отливок.....  | 50 |
| 2.16.Возможные дефекты отливок и меры по их устранению .....                                   | 51 |
| 3.ЭКОНОМИКА .....  | 54 |
| 3.1. Управление персоналом .....   | 54 |
| 3.2. Проектирование численного и квалификационного состава работающих .....                    | 55 |
| 4.2. Организация и планирование заработной платы.....  | 61 |
| 4.3 Отчисления в социальные фонды.....   | 64 |
| 4.4Расчет капитальных затрат и амортизационных отчислений .....                                | 65 |
| 4.5 Определение затрат и планирование себестоимости .....                                      | 68 |
| 4.6Расчет плановых постоянных и переменных затрат .....  | 73 |
| 4.7. Ценообразование.....  | 74 |
| 4.8. Расчет коммерческой эффективности проекта .....   | 75 |
| 4.9 Показатели эффективности.....  | 83 |
| 4. БЕЗОПАСНОСТЬ И ЭКОЛОГИЧНОСТЬ ПРОЕКТА .....  | 86 |
| 4.1 Безопасность труда .....   | 86 |
| 4.1.1 Характеристика производства .....  | 87 |
| 4.1.2Вентиляция .....  | 88 |
| 4.1.3Производственный микроклимат .....  | 89 |
| 4.1.4 Производственное освещение.....  | 91 |
| 4.1.5 Производственный шум .....   | 92 |

|   |     |
|---|-----|
| 4.1.6ПРОИЗВОДСТВЕННАЯ ВИБРАЦИЯ.....   | 92  |
| 4.1.7Электробезопасность .....  | 93  |
| 4.1.8 Пожарная безопасность .....   | 94  |
| 4.1.9Безопасность при ЧС .....  | 96  |
| 4.2Экологичность проекта .....  | 98  |
| 4.2.1Глобальные экологические проблемы современности .....  | 98  |
| 4.2.2 Анализ связей технологического процесса изготовления отливок<br>из чугуна с экологическими системами..... | 100 |
| 4.2.3Основные требования экологизации проекта .....   | 101 |
| 4.2.4 Пути экологизации производства.....   | 102 |
| 4.2.5 Предложения по экологизации технологического процесса.....  | 103 |
| СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ .....  | 107 |
| Приложение 1 .....  | 109 |

## ВВЕДЕНИЕ

*Литье* – один из древнейших способов обработки металлов, заключающийся в заливке их расплавов в специально приготовленные формы, внутренняя полость которых соответствует конфигурации, подлежащей изготовлению отливки.

Литейное производство является основной заготовительной базой для машиностроения.

Развитие техники предъявляет свои требования к качеству литых заготовок. Современные отливки должны иметь высокие и регламентированные механические свойства, физические и химические характеристики.

При разработке литейной технологии очень важен обоснованный выбор рациональных приемов, обеспечивающих необходимые эксплуатационные свойства и высокие технико-экономические показатели производства.

Основной целью выполнения данной работы является формирование навыков самостоятельного решения вопросов технологии изготовления отливок в разовых песчано-глинистых формах.

Данная работа нацелена на развитие практических навыков в разработке технологии изготовления литых деталей, а также он призван систематизировать полученные ранее знания в области литейного производства.

|      |      |          |         |      |                    |      |
|------|------|----------|---------|------|--------------------|------|
|      |      |          |         |      | ДП.44.03.04.155 ПЗ | Лист |
|      |      |          |         |      |                    | 7    |
| Изм. | Лист | № докум. | Подпись | Дата |                    |      |

## 1 ПРОЕКТНАЯ ЧАСТЬ

Литье в песчано-глинистые формы наиболее распространенный и относительно простой способ литья. Этим методом получают до 80% отливок. Песчано-глинистые формы могут быть приготовлены либо непосредственно в почве (в полу литейного цеха) по шаблонам, либо в специальных ящиках-опоках по моделям. Крупные отливки изготавливают в почве, мелкие - в опочных формах.

В состав цеха входят производственные отделения, вспомогательные отделения и склады.

К производственным отделениям, где выполняется собственно технологический процесс изготовления отливок, относятся следующие:

- плавильное
- формовочное-выбивное (с сушильными установками)
- стержневое со складом и сушилами
- смесеприготовительное
- термообрубное (включая остывание отливок, удаление стержней и гидро-испытание).

К вспомогательным относятся следующие отделения:

- подготовка шихты
- подготовка формовочных материалов
- подготовка производства
- ремонт ковшей, сводов
- приготовление огнеупорной массы
- приготовление литейной краски
- регенерация смесей
- удаление отходов
- ремонтные службы цехового механика и энергетика
- вентиляционные и пылеочистные установки
- пульты управления
- цеховые лаборатории

|      |      |          |         |      |                    |      |
|------|------|----------|---------|------|--------------------|------|
|      |      |          |         |      | ДП.44.03.04.155 ПЗ | Лист |
|      |      |          |         |      |                    | 8    |
| Изм. | Лист | № докум. | Подпись | Дата |                    |      |

К складам относят закрытые склады шихтовых, формовочных, готовых отливок, опок, топлива, огнеупоров, моделей и ящиков, цехового механика и энергетика, кладовых вспомогательных материалов.

|      |      |          |         |      |                    |      |
|------|------|----------|---------|------|--------------------|------|
|      |      |          |         |      | ДП.44.03.04.155 ПЗ | Лист |
|      |      |          |         |      |                    | 9    |
| Изм. | Лист | № докум. | Подпись | Дата |                    |      |



Таблица 1 - Производственная программа цеха

| Массовая группа | Наименование или номер отливки | Сплав для отливки | Масса отливки без литников и прибылей, кг | Масса отливки с литниками и прибылями, кг | Количество отливок в одной форме, шт | Брак механического цеха, % | Общее количество отливок на программу с учетом брака, шт | Масса отливок без литников и прибылей на годовую программу, кг | Масса отливок с литниками и прибылями на годовую программу, кг | Количество форм на годовую программу, шт | Размер опок, мм | Объем или масса формовочной смеси на годовую программу, м3(кг) | Количество стержней по каждому наименованию, шт | Масса или объем стержня, кг(м3) | Число стержней на годовую программу, шт | Масса или объем стержневой смеси на годовую программу, кг(м3) | Количество гнезд для стержней в одном стержневом ящике, шт | Количество стержневых ящиков, шт |
|-----------------|--------------------------------|-------------------|---|---|--------------------------------------|----------------------------|--|--|--|--|-----------------|--|---|---------------------------------|---|---|--|----------------------------------|
| 1               | 2                              | 3                 | 4   | 5   | 6                                    | 7                          | 8  | 9  | 10   | 11                                       | 12              | 13   | 14  | 15                              | 16                                      | 17  | 18   | 19                               |
| до 5            | кронштейн                      | 25л               | 2,5                                       | 6   | 5                                    | 2                          | 120  | 15000  | 34091  | 24                                       | 1700x900x500    | 135000   | 5   | 1                               | 600                                     | 27000   | 1  | 1                                |
|                 | вилка                          | 25л               | 3,6                                       | 8   | 5                                    | 2                          | 150  | 27000  | 61364  | 30                                       | 1700x900x500    | 243000   | 5   | 1                               | 750                                     | 48600   | 3  | 2                                |
|                 | корпус                         | 25л               | 4,5                                       | 10  | 4                                    | 2                          | 98   | 22000  | 50000  | 24                                       | 1700x900x500    | 198000   | 4   | 1                               | 391                                     | 39600   | 0  | 0                                |
|                 | штулка                         | 25л               | 3,3                                       | 8   | 6                                    | 1                          | 152  | 25000  | 56818  | 25                                       | 1700x900x500    | 225000   | 6   | 1                               | 909                                     | 45000   | 1  | 1                                |
| 5 10            | зубчатое колесо                | 35л               | 8   | 18  | 5                                    | 1                          | 93   | 37000  | 84091  | 19                                       | 1700x900x500    | 333000   | 5   | 2                               | 463                                     | 66600   | 2  | 1                                |
|                 | корпус                         | 25л               | 9,7                                       | 22  | 3                                    | 1                          | 79   | 38500  | 87500  | 26                                       | 1700x900x500    | 346500   | 3   | 3                               | 238                                     | 69300   | 0  | 0                                |
|                 | кронштейн                      | 35л               | 6,3                                       | 14  | 4                                    | 2                          | 117  | 37000  | 84091  | 29                                       | 1200x900x500    | 333000   | 4   | 2                               | 470                                     | 66600   | 3  | 1                                |
|                 | крестовина                     | 25л               | 9,2                                       | 21  | 2                                    | 1                          | 93   | 43000  | 97727  | 47                                       | 1700x900x500    | 387000   | 2   | 3                               | 187                                     | 77400   | 2  | 2                                |
|                 | штулка                         | 35л               | 5,9                                       | 13  | 4                                    | 2                          | 119  | 35000  | 79545  | 30                                       | 1700x900x500    | 315000   | 4   | 2                               | 475                                     | 63000   | 3  | 1                                |
| 10 50           | корпус                         | 25л               | 11  | 25  | 3                                    | 2                          | 87   | 48000  | 109091   | 29                                       | 1700x900x500    | 432000   | 3   | 3                               | 262                                     | 86400   | 4  | 1                                |
|                 | балансир                       | 35л               | 12,5                                      | 28  | 2                                    | 2                          | 88   | 55000  | 125000   | 44                                       | 1200x900x500    | 495000   | 2   | 4                               | 176                                     | 99000   | 2  | 1                                |
|                 | крышка                         | 35л               | 13,9                                      | 32  | 2                                    | 2                          | 108  | 75000  | 170455   | 54                                       | 1700x900x500    | 675000   | 2   | 4                               | 216                                     | 135000  | 3  | 0                                |
|                 | крышка                         | 25л               | 20  | 45  | 1                                    | 1                          | 60   | 60000  | 136364   | 60                                       | 1200x900x500    | 540000   | 1   | 6                               | 60                                      | 108000  | 2  | 0                                |
|                 | зубчатое колесо                | 35л               | 36,2                                      | 82  | 1                                    | 1                          | 50   | 91000  | 206818   | 50                                       | 1700x900x500    | 819000   | 1   | 10                              | 50                                      | 163800  | 3  | 1                                |
|                 | блок подвески                  | 25л               | 45,6                                      | 104                                       | 2                                    | 2                          | 66   | 150000   | 340909   | 33                                       | 1700x900x500    | 1350000  | 2   | 13                              | 132                                     | 270000  | 1  | 6                                |

Окончание таблицы 1

| 1       | 2               | 3   | 4    | 5    | 6 | 7 | 8    | 9        | 10       | 11  | 12           | 13       | 14 | 15  | 16  | 17       | 18 | 19 |
|---------|-----------------|-----|------|------|---|---|------|----------|----------|-----|--------------|----------|----|-----|-----|----------|----|----|
| 50 100  | зубчатое колесо | 35л | 50,9 | 116  | 2 | 1 | 118  | 300000   | 681818   | 59  | 1700x900x500 | 2700000  | 2  | 15  | 236 | 540000   | 2  | 1  |
|         | крестовина      | 25л | 70   | 159  | 2 | 1 | 186  | 650000   | 1477273  | 93  | 1700x900x500 | 5850000  | 2  | 20  | 371 | 1170000  | 1  | 2  |
|         | корпус          | 25л | 80,3 | 183  | 1 | 1 | 498  | 2000000  | 4545455  | 498 | 1700x900x500 | 18000000 | 1  | 23  | 498 | 3600000  | 0  | 0  |
|         | седловина       | 25л | 92,3 | 210  | 1 | 2 | 563  | 2600000  | 5909091  | 563 | 1700x900x500 | 23400000 | 1  | 26  | 563 | 4680000  | 1  | 1  |
|         | блок под-вески  | 25л | 100  | 227  | 1 | 2 | 440  | 2200000  | 480700   | 440 | 1700x900x500 | 19800000 | 1  | 29  | 440 | 3960000  | 1  | 6  |
| 100 500 | ступица         | 25л | 170  | 386  | 1 | 1 | 376  | 3200000  | 7272727  | 376 | 1200x900x500 | 28800000 | 1  | 49  | 376 | 5760000  | 4  | 4  |
|         | седловина       | 25л | 210  | 477  | 1 | 2 | 362  | 3800000  | 8636364  | 362 | 1700x900x500 | 34200000 | 1  | 60  | 362 | 6840000  | 3  | 1  |
|         | зубчатое колесо | 25л | 450  | 1023 | 1 | 2 | 244  | 5491500  | 1248068  | 244 | 1700x900x500 | 49423500 | 1  | 129 | 244 | 9884700  | 2  | 1  |
| Итого   |                 | -   | -    | --   | - | - | 4268 | 21000000 | 47727279 | -   | -            | -        | -  | -   | -   | 37800000 | 35 | 34 |

## 1.2 Режим работы цеха и фонды времени

Для проектируемого цеха принимаем параллельный двухсменный режим работы, который наилучшим образом удовлетворяет требованиям производства и охраны труда.

При выборе режима работы проектируемого цеха необходимо обратить внимание на требования охраны труда, которые допускают в общем, неизолированном помещении производить формовку, сборку, операции по заливке, выбивки литья, обрубке и приготовлению смесей. Вредные операции с большим выделением газов, пыли шума, других вредных и опасных факторов необходимо изолировать от помещений с менее вредными условиями труда.

### 1.2.1 Расчет фондов времени работы оборудования

При проектировании применяют два вида фондов времени работы оборудования:

- номинальный;
- действительный;

#### Номинальный фонд

$$T_n = (365 - P) \cdot C \cdot Ч$$

где  $T_n$  – номинальный фонд времени;

$P$  – число выходных и праздничных дней в году ( $52 \cdot 2 + 9$ );

$C$  – количество смен;

$Ч$  – продолжительность рабочей смены

$$T_n = (365 - 113) \cdot 2 \cdot 8 = 4032$$

**Действительны фонд времени вычисляется по формуле:**

$$T_d = T_n - П$$

где  $T_d$  – действительный фонд времени, ч;

$П$  – потери рабочего времени, ч;

|      |      |          |         |      |                    |      |
|------|------|----------|---------|------|--------------------|------|
|      |      |          |         |      | ДП 44.03.04.155 ПЗ | Лист |
| Изм. | Лист | № докум. | Подпись | Дата |                    | 12   |

Потери рабочего времени при ремонте оборудования вызваны его ремонтом и отсутствием рабочего по уважительной причине (болезнь, отпуск, декретный отпуск и т.п.). Величина потерь времени на ремонт оборудования, простои из-за отсутствия рабочих по уважительной причине зависит от: от длительности ремонта, болезни, отпуска и независимо от его сложности и продолжительности принимают по отношению к номинальному фонду времени в размерах 4,5% для двухсменного режима работы.

$$T_d = 4032 - 181 = 3851$$

Действительный фонд времени рабочих зависит от продолжительности отпуска, болезни, вредности производства. Определяется по формуле

$$T_d = T_n \times K,$$

где  $K$  – коэффициент потерь:

$K=0,885$  – для вредных работ;

$K=0,895$  – для стержневого и формовочного отделения;

$K=0,925$  – для других отделений

$$T_d = 4032 \cdot 0,855 = 3568,32$$

$$T_d = 4032 \cdot 0,895 = 3608,64$$

$$T_d = 4032 \cdot 0,925 = 3729,6$$

### 1.3 Расчёт производственных отделений цеха

#### 1.3.1 Плавильное отделение

Основным оборудованием в плавильное отделение является плавильная печь. В данном производстве будем использовать электродуговую печь переменного тока ДСП-3

Техническая характеристика печей ДСП-3 приведена в таблице 2

Таблица 2 - Техническая характеристика печи ДСП-3

|   |      |
|---|------|
| Емкость тонн  | 3    |
| Мощность МВ   | 4    |
| Диаметр рабочего пространства мм                          | 2230 |
| Удельный расход электроэнергии на расплавление, кВт × ч/т | 750  |
| Производительность т/ч                                    | 2,7  |

Количество единиц оборудования рассчитывается по формуле независимо от его назначения:

$$N = Q / (T_d \cdot \eta \cdot q),$$

где N – количество единиц оборудования, шт;

Q- годовой объем (масса) продукции, изготавливаемой на данном оборудовании (годовая металлозавалка, т; количество форм (полуформ), шт; годовая масса смеси, т, и т.п.);

$\eta$ – коэффициент использования оборудования (может изменяться от 0,55 до 1,1)

q – производительность оборудования.

$$N = \frac{40910}{3568 \cdot 1,1 \cdot 2,7} = 3,8$$

Принимаем количество печей равным 4.

Количество печей выбирают так, чтобы коэффициент загрузки удовлетворял неравенству  $0,7 \leq K_z \leq 0,9$ .

$$K_z = N_{\text{расч}} / N_{\text{ф}},$$

где  $N_{\text{расч}}$  – расчетное количество печей

$N_{\text{ф}}$ - принятое количество печей.

$$K_z = \frac{3,8}{4} = 0,9;$$

### 1.3.2 Расчет парка ковшом

Для приема расплава из плавильной печи емкостью 3 тонны выберем поворотный ковш объемом 3 тонны.

Расчет количества одновременно работающих заливочных ковшей производится по формуле:

$$N = q \cdot N_n \cdot t_{\text{ц}} / (60 \cdot m),$$

где q- производительность плавильной печи т/час.

$N_n$ -число одновременно работающих печей;

m- емкость ковша, т;

$t_{\text{ц}}$  – время оборота ковша, мин;

Таким образом число одновременно работающих заливочных ковшей равно:

|      |      |          |         |      |                    |      |
|------|------|----------|---------|------|--------------------|------|
|      |      |          |         |      | ДП 44.03.04.155 ПЗ | Лист |
|      |      |          |         |      |                    | 14   |
| Изм. | Лист | № докум. | Подпись | Дата |                    |      |

$$N = \frac{2.7 \cdot 4 \cdot 35}{60 \cdot 3} = 2.1 \text{ шт.}$$

Следовательно, одновременно работать будут 3 ковша, 6 ковшей будет находится в ремонте и 3 ковша будут в запасе, таким образом общее количество ковшей будет равно 12

### 1.3.3 Формовочно-заливочное отделение

В формовочном отделении производятся следующие операции: формовка, сборка, заливка форм жидким металлом, охлаждение форм после заливки, а также выбика отливок.

Основным направлением повышения производительности труда и качества отливок, изготавливаемых в разовых песчаных формах является применение автоматических формовочных линий.

Для проектируемого цеха применяем комплексную автоматизированную линию, предназначенную для изготовления стальных отливок в песчаных формах марки Л653С.

Комплексные автоматическая линия типа Л653С предназначены для изготовления стальных и чугунных отливок в песчано-глинистых формах в условиях мелкосерийного и серийного производства. На линиях предусмотрена возможность использования двух смесей: облицовочной и наполнительной. Линии komponуют на базе формовочной установки с «плавающей» оснасткой и роликовых конвейеров. Техническая характеристика линии приведена в таблице 3.

Таблица 3 - Техническая характеристика линии

| Параметр  | Л653С            |
|---|------------------|
| Размер опок в свету, мм:<br>высота                          | 1200×1000<br>550 |
| Производительность цикловая, форм/ч                         | 35               |
| Металлоемкость формы, кг                                    | 2-700            |
| Рабочее давление в гидросистеме, Мпа (кгс/см <sup>2</sup> ) | 6,3              |
| Установленная мощность, кВт                                 | -                |
| Габаритные размеры линий в плане, м                         | 140×34           |
| Масса линий, т  | 1500             |

Количество единиц оборудования рассчитывается по формуле независимо от его назначения:

$$N = Q / (T_d \cdot \eta \cdot q),$$

где N – количество единиц оборудования, шт;

Q- годовой объем (масса) продукции, изготавливаемой на данном оборудовании (годовая металлозавалка, т; количество форм (полуформ), шт; годовая масса смеси, т, и т.п.);

$\eta$ – коэффициент использования оборудования (может изменяться от 0,55 до 1,1)

q – производительность оборудования.

$$N = \frac{162000}{3608 \cdot 0,8 \cdot 35} = 1,6$$

Принимаем количество формовочно-заливочных линий равным 2.

Количество формовочно-заливочных линий выбирают так, чтобы коэффициент загрузки удовлетворял неравенству  $0,7 \leq K_z \leq 0,9$

$$K_z = N_{\text{расч}} / N_{\text{ф}},$$

где  $N_{\text{расч}}$  – расчетное количество печей

$N_{\text{ф}}$ - принятое количество печей.

$$K_z = \frac{1,6}{2} = 0,8;$$

### 1.3.4 Стержневое отделение

В стержневом отделение производят стержни, их отделку, сушку, покраску, а также комплектование.

Учитывая, что характер производства проектируемого цеха серийный применим универсальное оборудование, то есть автоматизированную линию для изготовления стержней из холодно-твердеющей смеси (ХТС).

Несмотря на высокую стоимость смеси ХТС, стержни из этой смеси широко применяются благодаря высокой точности и низкой шероховатости поверхности получаемых отливок. ХТС обеспечивает хорошую выбиваемость стержней и очистных работ. Свежая, изготовленная смесь выделяет в

|      |      |          |         |      |                    |      |
|------|------|----------|---------|------|--------------------|------|
|      |      |          |         |      | ДП 44.03.04.155 ПЗ | Лист |
|      |      |          |         |      |                    | 16   |
| Изм. | Лист | № докум. | Подпись | Дата |                    |      |

атмосферу цеха вредные газы. Поэтому для обеспечения удаления выделяющихся газов, предусмотрена местная приточно-вытяжная вентиляция, сосредоточив ее в районе максимального газовыделения-выдачи смеси и сменителя, и засыпка смесью стержневых ящиков.

Для изготовления стержней из ХТС массой до 250 кг в условиях серийного производства отливок возьмем автоматизированную стержневую линию модели Л250Х.

Каждая линия включает в себя комплект оборудования, на котором выполняются следующие операции по изготовлению стержней: приготовление смеси, наполнение стержневого ящика смесью, уплотнение стержневой смеси в ящике, накладывание транспортной плиты на ящик, кантовка ящика со стержнем и извлечение стержня, очистка транспортной плиты после съема стержня, перемещение ящика, плит и стержней, досылка и фиксация стержневых ящиков и плит на вибростоле и поворотно-протяжной машине, загрузка и выгрузка подъемника передачи стержней на верхний этаж.

Техническая характеристика автоматизированной стержневой линии приведена в таблице 4.

Таблица 4 - Техническая характеристика АСЛ

| Параметры                                | Модель линии Л250Х |
|--|--------------------|
| Наибольшая масса стержня, кг             | До 250             |
| Наибольший размер стержневого ящика, мм  | 1250×1000×750      |
| Наибольшая производительность, съемов/ч  | 20                 |
| Грузоподъемность вибрационного стола, кг | 1250               |
| Мощность, кВт                            | 90                 |
| Габаритные размеры, мм                   | 17790×13200×3260   |
| Масса, т                                 | 59                 |

### 1.3.5 Расчет шихты для выплавки стали

#### Сталь 25Л, выплаваемая в дуговой печи с кислойфутеровкой

#### Состав шихты

В дуговых печах с кислой футеровкой выплавливают ограниченный сортament сталей, включающий простые среднеуглеродистые (0,25-0,40% С), а также хромоникелевые, хромомолибденовые и другие среднеуглеродистые

|      |      |          |         |      |                    |      |
|------|------|----------|---------|------|--------------------|------|
|      |      |          |         |      | ДП 44.03.04.155 ПЗ | Лист |
|      |      |          |         |      |                    | 17   |
| Изм. | Лист | № докум. | Подпись | Дата |                    |      |



легированные стали. Выплавка в таких печах сложнолегированных сталей и сплавов, содержащих марганец, титан, алюминий, цирконий и др., практически невозможна.

Вследствие того, что в процессе кислой плавки фосфор и сера не удаляются, а их содержание в готовой стали за счет вводимых добавок может даже несколько увеличиться, шихтовые материалы должны содержать фосфора и серы на 0,1% меньше, чем допускается в готовой стали. В соответствии с этим собственные отходы не должны превышать 50% от массы шихты. Остальную часть шихты составляют из отходов углеродистых сталей с низким содержанием серы и фосфора. Шихтовые материалы должны внести такое количество углерода, чтобы его содержание после расплавления было на 0,10-0,20% больше, чем в выплавляемой стали. Состав стали 25Л согласно ГОСТ 977-88 представлен в таблице 5.

В составе шихты используют следующие материалы:

- отходы литейного цеха - 30%;
- стальной лом - 60%;
- стружка в брикетах - 10%;
- чугун перекдельный.

Таблица 5 - Химический состав стали 25Л (ГОСТ 977-88)

| Массовая доля элементов, % |           |           |        |        | Группа отливок |
|----------------------------|-----------|-----------|--------|--------|----------------|
| C                          | Mn        | Si        | P      | S      |                |
| 0,22-0,30                  | 0,45-0,90 | 0,20-0,52 | <0,060 | <0,060 | I              |
|                            |           |           | <0,060 | <0,060 | II             |
|                            |           |           | <0,050 | <0,050 | III            |

Соотношение между стальными компонентами шихты и чугуном можно определить, используя следующее балансовое по углероду уравнение:

$$100([C]_{\text{ст}} + [C]_{\text{изб}}) = (100 - \chi) \Sigma [C]_{\text{сш}} \cdot g_{\text{сш}} + [C]_{\text{ч}} \cdot \chi,$$

где  $[C]_{\text{с}}$  - нижний предел содержания углерода в заданной марке стали, %;

$[C]_{изб}$  - превышение содержания углерода к концу периода плавления, в кислом процессе оно обычно составляет 0,10-0,20%;

$[C]_{с.ш}$  - содержание углерода в стальной составляющей шихты, %;

$[C]_ч$  - содержание углерода в чугуна, %;

$x$  - содержание в шихте чугуна, %.

Таблица 6 - Состав шихтовых материалов

| Шихтовые материалы    | Массовая доля составляющих, % |       |       |       |       |     |      |
|-----------------------|-------------------------------|-------|-------|-------|-------|-----|------|
|                       | C                             | Mn    | Si    | P     | S     | Al  | Зола |
| Отходы литейного цеха | 0,25                          | 0,60  | 0,35  | 0,045 | 0,040 | —   | —    |
| Стальной лом          | 0,25                          | 0,50  | 0,40  | 0,040 | 0,040 | —   | —    |
| Стружка в брикетах    | 0,25                          | 0,45  | 0,35  | 0,045 | 0,040 | —   | —    |
| Чугун перекладный     | 4,00                          | 0,70  | 0,65  | 0,150 | 0,030 | —   | —    |
| Электроды             | 99,0                          | —     | —     | —     | —     | —   | 1,0  |
| Ферросилиций          | 0,20                          | 0,40  | 45,00 | 0,040 | 0,030 | —   | —    |
| Ферромарганец         | 6,00                          | 75,00 | 2,00  | 0,300 | 0,030 | —   | —    |
| Алюминий              | —                             | —     | —     | —     | —     | 98* | —    |

\* Остальную часть составляет железо.

Таблица 7 - Состав шлакообразующих материалов

| Шлакообразующие материалы | Массовая доля составляющих, % |     |                  |                                |      |
|---------------------------|-------------------------------|-----|------------------|--------------------------------|------|
|                           | CaO                           | MgO | SiO <sub>2</sub> | Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> | FeO  |
| Известь свежесожженная    | 92,00                         | 3,0 | 3,00             | 1,00                           | 1,0  |
| Железная руда             | 0,70                          | 0,3 | 6,00             | 3,00                           | 90,0 |
| Песок                     | —                             | —   | 96,00            | 2,00                           | 2,0  |
| Динас                     | 1,34                          | —   | 96,58            | 0,58                           | 1,5  |
| Зола электродов           | 11,80                         | —   | 56,50            | 31,70                          | —    |

Так как в данном расчете за 100% принята сумма только компонентов, содержащих сталь, то выражение можно записать следующим образом:

$$100(0,22+0,20) = \frac{1}{100+x} (0,25 \cdot 30 + 0,25 \cdot 60 + 0,25 \cdot 10) + 4,0 \cdot x,$$

или  $42(100+x) = 2500 + 4x(100+x)$ , и в окончательном виде  $4x^2 + 358x - 4700 = 0$ , откуда  $x = 4,52$  кг.

Пересчитав вновь состав компонентов стали и чугуна исходя из 100% (например, для отходов литейного цеха:  $30 \cdot 100 / (100 + x)$ ), окончательно получим:

- отходы литейного цеха составят  $30 \cdot 100 / (100 + 4,52) = 28,70$  кг (%);
- расход стального лома -  $60 \cdot 100 / (100 + 4,52) = 57,41$  кг (%);
- расход стружки в брикетах - 10;
- расход чугуна -  $4,52 \cdot 100 / (100 + 4,52) = 4,32$  кг (%).

С целью получения более точных расчетов следует учитывать, что отходы литейного цеха могут быть загрязнены песком в виде пригара (обычно от 0,5 до 2,0%). Аналогичные загрязнения могут иметь и другие составляющие шихты. Тогда, если принять пригар равным 1%, действительное количество отходов литейного цеха составит  $28,7(100-1)/100 = 28,41$  кг. Масса пригара будет равна  $28,70 - 28,41 = 0,29$  кг.

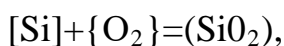
Количество элементов, вносимое металлической шихтой, приведено в таблице 8.

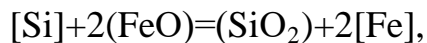
Таблица 8 - Количество элементов, вносимых шихтовыми материалами

| Шихтовые материалы    | Масса, кг | Вносят элементов, кг |       |       |       |       |        |
|-----------------------|-----------|----------------------|-------|-------|-------|-------|--------|
|                       |           | C                    | Мл    | Si    | P     | S     | Fe     |
| Отходы литейного Цеха | 28,41     | 0,071                | 0,170 | 0,099 | 0,013 | 0,011 | 28,046 |
| Стальной лом          | 57,41     | 0,144                | 0,287 | 0,230 | 0,023 | 0,023 | 56,703 |
| Стружка в брикетах    | 9,57      | 0,024                | 0,043 | 0,033 | 0,004 | 0,004 | 9,462  |
| Чугун передельный     | 4,32      | 0,173                | 0,030 | 0,028 | 0,006 | 0,001 | 4,082  |
| Итого: кг             | 99,71     | 0,412                | 0,530 | 0,390 | 0,046 | 0,039 | 98,293 |
| %                     | 100,00    | 0,41                 | 0,53  | 0,39  | 0,05  | 0,04  | 98,58  |

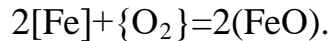
### Период плавления шихты

В период плавления происходит окисление кремния, марганца, углерода и железа. Примем, что окисление этих элементов происходит в основном кислородом атмосферы печи. Окисление элементов металлической ванны, например кремния, можно представить реакциями:





причем основным процессом является реакция, так как первоначально с кислородом реагирует железо (как избыточный компонент шихты) с образованием (FeO):



Необходимо также учитывать, что часть (FeO) растворяется в металле по реакции  $(\text{FeO}) = [\text{O}] + [\text{Fe}]$ , обогащая тем самым металл растворенным кислородом. Однако в данном расчете мы этот процесс не учитываем, считая, что доля растворившегося в металле кислорода в период плавления невелика.

За период плавления угар кремния составляет 70%, марганца - 70%. Угар железа составляет 2-3% от массы металла. Причем большая часть этого угара (60-80%) является результатом испарения и окисления железа в зоне действия электрических дуг. Угар углерода в этот период незначителен, можно принять, что его убыль компенсируется переходом углерода из электродов.

Расход кислорода на окисление элементов приведен в таблице 9.

Таблица 9 - Расход кислорода на окисление элементов, кг

| Элемент | Поступило | Окислилось                    | Осталось в металле | Требуется                    |  | Образовалось оксида*                      |
|---------|-----------|-------------------------------|--------------------|------------------------------|--|---|
|         |           |                               |                    | FeO                          | O <sub>2</sub>                           |   |
| C       | 0,412     | —                             | 0,412              | -                            | -  | -   |
| Mn      | 0,530     | $0,53 \cdot 0,7 = 0,371$      | 0,159              | $0,371 \cdot 72/55 = 0,486$  | 0,108                                    | $0,371 + 0,108 = 0,479$                   |
| Si      | 0,390     | $0,39 \cdot 0,7 = 0,273$      | 0,117              | $0,273 \cdot 144/28 = 1,404$ | 0,312                                    | 0,585                                     |
| P       | 0,046     | $98,293 \cdot 0,03 = 2,949^*$ | 0,046              | -                            | -  | -   |
| S       | 0,039     |                               | 0,039              | -                            | -  | -   |
| Fe      | 98,293    |                               | 95,344             | -                            | $2,949 \cdot 0,24 \times 16/56 = 0,067$  | $2,949 \cdot 0,24 \times 72/56 = 0,910$   |
| -       | -         |                               | -                  | -                            | $2,949 \cdot 0,08 \times 48/112 = 0,101$ | $2,949 \cdot 0,08 \times 160/112 = 0,337$ |
| -       | -         |                               | -                  | -                            | $2,949 \cdot 0,68 \times 48/112 = 0,859$ | $2,949 \cdot 0,68 \times 160/112 = 2,864$ |
| -       | -         |                               | -                  | -                            |  |   |
| -       | -         |                               | -                  | -                            |  |   |
| Итого   | 99,71     | 3,593                         | 96,117             | 1,890                        | 1,582                                    | 5,175                                     |

\*24% окислившегося железа окисляется до FeO, 8% - до FeO<sub>3</sub> (переходит в шлак), 68% - до Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> и улетучивается в зоне электрических дуг.

С кислородом печной атмосферы поступит  $1,582 \cdot 77/23 = 5,296$  кг азота, где 77 и 23 - массовые проценты соответственно азота и кислорода в воздухе, которые, например, для кислорода можно определить из выражения

$$\%O_2 = 100/[1 + \mu_{N_2} \cdot 0,79/(\mu_{O_2} \cdot 0,21)]$$

где  $\mu_{N_2}$  - молярная масса азота;  $\mu_{O_2}$  ~ молярная масса кислорода.

Таким образом, на образование оксидов требуется воздуха  $1,582 + 5,296 = 6,878$  кг.

### Шлак периода плавления

- За счет пригара (песка) на отходах литейного цеха, кг:

$$SiO_2 \quad 0,29 \cdot 0,96 = 0,278$$

$$Al_2O_3 \quad 0,29 \cdot 0,02 = 0,006$$

$$Fe_2O_3 \quad 0,29 \cdot 0,02 = 0,006$$

Итого 0,290

- Из динасового свода. Расход кирпича на 100 кг шихты можно принять равным 0,2 кг. Из этого количества в период плавления расходуется 60% динаса, т.е.  $0,2 \cdot 0,06 = 0,012$  кг, которые внесут в состав шлака, кг:

$$CaO \quad 0,12 \cdot 0,013 = 0,0016$$

$$SiO_2 \quad 0,12 \cdot 0,966 = 0,1159$$

$$Al_2O_3 \quad 0,12 \cdot 0,06 = 0,0007$$

$$Fe_2O_3 \quad 0,12 \cdot 0,015 = 0,0018$$

Итого 0,1200

- Из подины и откосов. Наварка подины и откосов производится кварцевым песком. Расход песка составляет 1-2 кг на 100 кг шихты (в расчете принимаем 1,5 кг). В период плавления в шлак переходит 50% массы наварки (кварцевого песка), или 0,75 кг. Из наварки переходит в шлак, кг:

|      |      |          |         |      |                    |      |
|------|------|----------|---------|------|--------------------|------|
|      |      |          |         |      | ДП 44.03.04.155 ПЗ | Лист |
| Изм. | Лист | № докум. | Подпись | Дата |                    | 22   |

$$\begin{array}{ll}
 \text{SiO}_2 & 0,75 \cdot 0,96 = 0,720 \\
 \text{Al}_2\text{O}_3 & 0,75 \cdot 0,02 = 0,015 \\
 \text{Fe}_2\text{O}_3 & 0,75 \cdot 0,02 = 0,015 \\
 \text{Итого} & 0,750
 \end{array}$$

• Из золы электродов. Расход электродов на 1 т стали составляет 4-6 кг (0,4-0,6 кг на 100 кг шихты). По периодам плавки расход электродов примерно пропорционален расходу электроэнергии. Считаем, что в первый период расходуется 60% электродов, т.е.  $0,5 \cdot 0,6 = 0,30$  кг (если принять расход электродов в среднем 0,5 кг на 100 кг шихты). Примем также, что углерод электродов в этот период окисляется кислородом печной атмосферы, а образовавшаяся зола переходит в шлак. В данном случае окисляется углерода (см. табл. 4.2)  $0,30 \cdot 0,99 = 0,297$  кг. При этом образуется золы  $0,30 \cdot 0,01 = 0,003$  кг. Из золы электродов перейдет в шлак, кг:

$$\begin{array}{ll}
 \text{CaO} & 0,003 - 0,1180 = 0,0003 \\
 \text{SiO}_2 & 0,003 - 0,565 = 0,0017 \\
 \text{Al}_2\text{O}_3 & 0,003 - 0,317 = 0,0010 \\
 \text{Итого} & 0,0030
 \end{array}$$

Данные о количестве и составе шлака в период плавления приведены в таблице 10.

Таблица 10 - Состав и количество шлака периода плавления

| Источник поступления оксидов | Составляющие, кг |                                |       |                                |       |        | Всего, кг |
|------------------------------|------------------|--------------------------------|-------|--------------------------------|-------|--------|-----------|
|                              | SiO <sub>2</sub> | Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> | FeO   | Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> | MgO   | CaO    |           |
| Металл                       | 0,5850           | —                              | 0,910 | 0,3370                         | 0,479 | —      | 2,311     |
| Пригар (песок)               | 0,2780           | 0,0060                         | —     | 0,0060                         | —     | —      | 0,290     |
| Свод                         | 0,1159           | 0,0007                         | —     | 0,0018                         | —     | 0,0016 | 0,120     |
| Подина и откосы              | 0,7200           | 0,0150                         | —     | 0,0150                         | —     | —      | 0,750     |
| Зола электродов              | 0,0017           | 0,0010                         | —     | —                              | —     | 0,0003 | 0,003     |
| Итого: кг                    | 1,7006           | 0,0227                         | 0,910 | 0,3598                         | 0,479 | 0,0019 | 3,474     |
| %                            | 48,95            | 0,65                           | 26,19 | 10,36                          | 13,79 | 0,06   | 100,00    |

### Количество газов периода плавления

Так как в расчете принято, что в период плавления незначительный угар углерода металлической ванны компенсируется растворением углерода электродов, то образованием газов за счет окисления углерода, растворенного в металле, пренебрегаем.

В течение I периода расходуется 0,30 кг графитированных электродов. Принимаем, что углерод электродов окисляется кислородом воздуха на 90% до CO и 10% до CO<sub>2</sub>. Тогда с образованием CO сгорает углерода  $0,30 \cdot 0,99 \cdot 0,90 = 0,267$  кг, где 0,99 - содержание углерода в электродах и образуется  $0,267 \cdot 28/12 = 0,623$  кг CO.

С образованием CO<sub>2</sub> окисляется  $0,30 \cdot 0,99 \cdot 0,10 = 0,030$  кг углерода, при этом образуется  $0,030 \cdot 44/12 = 0,110$  кг CO<sub>2</sub>. Для горения потребуется кислорода воздуха:  $(0,623 - 0,267) + (0,110 - 0,030) = 0,436$  кг, или  $0,43 \cdot 622,4/32 = 0,305$  м<sup>3</sup>. С кислородом воздуха поступит азота:  $0,436 \cdot 77/23 = 1,460$  кг, или  $0,305 \cdot 79/21 = 1,1427$  м<sup>3</sup>

Итоговые данные о количестве и составе газов периода плавления сведены в таблице 11. Материальный баланс периода плавления шихты приведен в таблице 12.

Таблица 11 - Количество и состав газов периода плавления

| Источник поступления | Поступило, кг          | Образовалось, кг |                 |                |        |
|----------------------|------------------------|------------------|-----------------|----------------|--------|
|                      |                        | CO               | CO <sub>2</sub> | N <sub>2</sub> | Всего  |
| Углерод электродов   | $0,267 + 0,03 = 0,297$ | 0,623            | 0,110           | 1,460          | 2,193  |
| Азот, поступивший    | 5,296                  | —                | —               | 5,296          | 5,296  |
| с кислородом         |                        |                  |                 |                |        |
| Воздух               | $0,436 + 1,46 = 1,896$ | —                | —               | —              | —      |
| Итого: кг            | 7,489                  | 0,623            | 0,110           | 6,756          | 7,489  |
| %                    | 100,00                 | 8,32             | 1,47            | 90,21          | 100,00 |

Таблица 12 - Материальный баланс периода плавления, кг

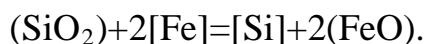
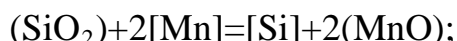
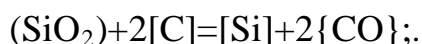
| Поступило             |        | Получено                |        |
|-----------------------|--------|-------------------------|--------|
| Железный лом          |        | Металл                  | 96,117 |
| 28,41+57,41+9,57 =    | 95,390 | Шлак                    | 3,474  |
| Чугун (см. табл. 4.4) | 4,320  | Газы                    | 7,489  |
| Динас                 | 0,120  | Улет железа в виде FeOз | 2,864  |
| Пригар (песок)        | 0,290  | Невязка                 | 0,000  |
| Набивка (песок)       | 0,750  |                         |        |
| Электроды             | 0,300  |                         |        |
| Воздух                |        |                         |        |
| 6,878+1,896           |        |                         |        |
| Итого 109,944         |        | Итого 109,944           |        |

### 4.1.3 Окислительный период

Задачами окислительного периода при кислой плавке являются дегазация металла за счет кипения и нагрев металла. В течение периода окисляется 0,10-0,20% углерода. Для интенсификации кипения в ванну присаживают небольшими порциями (не более 0,2% от массы металла каждая) железную руду. Вызвать интенсивное кипение металла можно также небольшими присадками извести. Вводимый при этом оксид кальция вытесняет из содержащихся в шлаке силикатов FeO как более слабый основной оксид, повышая тем самым окислительную способность шлака.

Однако необходимо учитывать, что наличие в шлаке свободного оксида кальция вызывает интенсивное разъедание кислой футеровки. Поэтому для кислого процесса оптимальным является содержание в шлаке 6-8% CaO.

При высоком содержании в шлаке SiO<sub>2</sub> (56-60%) и высокой температуре происходит восстановление кремнезема по реакциям:



Содержание кремния в металле в конце окислительного периода может достигать 0,2-0,4%.

В соответствии с приведенными в литературе данными принимаем следующее изменение состава металла в окислительном периоде плавки.

|      |      |          |         |      |                    |      |
|------|------|----------|---------|------|--------------------|------|
|      |      |          |         |      | ДП 44.03.04.155 ПЗ | Лист |
| Изм. | Лист | № докум. | Подпись | Дата |                    | 25   |



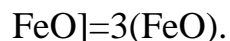
Содержание углерода в конце периода должно быть приблизительно 0,22%, или  $96,1170,22/100=0,211$  кг, где 96,117 - выход жидкого металла, кг. Следовательно, окислится углерода, в том числе с учетом углерода, пошедшего на восстановление кремния,  $0,412-0,211=0,201$  кг.

К концу периода в металле остается 0,08-0,12% марганца. Принимаем в расчете 0,10%, или  $96,117-0,10/100=0,096$  кг; окислится марганца  $0,159-0,096=0,063$  кг.

За счет восстановления содержание кремния в металле в конце окислительного периода можно принять равным 0,25%, что составит  $96,117-0,25/100=0,240$  кг, тогда восстановится  $0,240-0,117=0,123$  кг кремния. На восстановление кремния потребуется  $0,123 \cdot 24/28=0,105$  кг углерода.

### Потребность в железной руде

Принимаем, что окисление углерода и марганца происходит за счет кислорода железной руды. При этом источником кислорода является FeO-оксид железа, который получается при восстановлении  $Fe_2O_3$  руды железом:



Расход железной руды на плавку определим по балансу затрат на окисление элементов и поддержание в шлаке определенных концентраций оксидов железа.

Потребность в FeO покрываем присадкой в шлак железной руды. Для образования 0,658 кг FeO требуется  $0,658 \cdot 160/216=0,487$  кг  $Fe_2O_3$ . Для восстановления  $Fe_2O_3$  до FeO требуется  $0,658-0,487=0,171$  кг железа. Если принять, что 10%  $Fe_2O_3$  из руды переходит в шлак, а 90% восстанавливается до FeO, то расход железной руды составит  $0,487/(0,90 \cdot 0,90)=0,601$  кг.

### Шлак окислительного периода

В шлак окислительного периода поступит:

|      |      |          |         |      |                    |      |
|------|------|----------|---------|------|--------------------|------|
|      |      |          |         |      | ДП 44.03.04.155 ПЗ | Лист |
|      |      |          |         |      |                    | 26   |
| Изм. | Лист | № докум. | Подпись | Дата |                    |      |

- Из металла: 0,081 кг MnO/ 0,264 кг SiO<sub>2</sub> (итого 0,183 кг).
- Из шлака периода плавления: 1,7006 кг SiO<sub>2</sub>; 0,0227 кг Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>; 0,91 кг FeO; 0,3598 кг Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>; 0,0019 кг CaO (итого 3,474 кг).

Таблица 13 - Количество FeO, необходимое для окисления примесей, кг

| Элемент | Поступило | Окислилось         | Осталось в металле | Требуется FeO               | Восстановилось Fe           | Образовалось оксида  |
|---------|-----------|--------------------|--------------------|-----------------------------|-----------------------------|--|
| C       | 0,412     | 0,201-0,105*=0,096 | 0,211              | $0,096 \cdot 72/12 = 0,576$ | $0,576 \cdot 56/72 = 0,448$ | CO (в газ) $0,096 \cdot 28/12 = 0,224$   |
| Mn      | 0,159     | 0,063              | 0,096              | $0,063 \cdot 72/55 = 0,082$ | $0,082 \cdot 56/72 = 0,064$ | MnO (в шлак) $0,063 \cdot 71/55 = 0,081$   |
| Si      | 0,117     | -0,1231**          | 0,240              | -                           | -                           | CO (в газ) $0,123 \cdot 56/28 = 0,246$<br>Восстановилось SiO <sub>2</sub> из шлака - $0,123 \cdot 60/28 = 0,264$ |
| P       | 0,046     | -                  | 0,046              | -                           | -                           | -  |
| S***    | 0,039     | -                  | 0,039              | -                           | -                           | -  |
| Fe      | 95,344    | -                  | 95,344             | -                           | -                           | -  |
| Итого   | 96,117    | 0,141              | 95,976             | 0,658                       | 0,512                       | 0,287  |

\* Количество углерода, потребовавшееся для восстановления кремния из (SiO<sub>2</sub>).

\*\*Количество кремния, восстановившееся из(SiO<sub>2</sub>).

\*\*\*Отнесение реакции десульфурации к окислительному процессу носит условный характер.

- Из железной руды, кг:

CaO 0,601-0,007=0,004

MgO 0,601-0,003=0,002

SiO<sub>2</sub> 0,601-0,006=0,036

Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 0,601-0,003=0,018

Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 0,601-0,90-0,1=0,054<sup>1</sup>

Итого 0,114

- Из извести. Расход извести в окислительный период плавки принят 0,3 кг на 100 кг садки. Известь внесет в шлак, кг:

\_\_\_\_\_

CaO             $0,30 \cdot 0,92 = 0,276$   
MgO             $0,30 \cdot 0,03 = 0,009$   
SiO<sub>2</sub>            $0,30 \cdot 0,03 = 0,009$   
Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>         $0,30 \cdot 0,01 = 0,003$   
Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>                 $0,300 \cdot 0,01 = 0,003$   
Итого 0,300

- Из свода. В окислительный период расходуется 20% динасового кирпича, что составляет, кг:

CaO             $0,40 \cdot 0,0134 = 0,0006$   
SiO<sub>2</sub>            $0,40 \cdot 0,9658 = 0,0386$   
Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>         $0,40 \cdot 0,0058 = 0,0002$   
Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>                 $0,40 \cdot 0,015 = 0,0006$   
Итого 0,040

- Из подины и откосов. В шлак поступит 25% набивной массы, т.е.  $1,5 \cdot 0,25 = 0,375$  кг. Из набивной массы в шлак перейдет, кг:

SiO<sub>2</sub>            $0,375 \cdot 0,96 = 0,360$   
Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>         $0,375 \cdot 0,02 = 0,008$   
Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>                 $0,375 \cdot 0,02 = 0,007$   
Итого 0,375

- Из золы электродов. Принимаем, что в окислительный период расходуется 20% электродов, что составляет  $0,5 \cdot 0,2 = 0,099$  кг. Содержащийся в электродах углерод сгорает в атмосфере печи, а зольный остаток переходит в шлак. Окисляется углерода электродов, кг:  $0,10 \cdot 0,99 = 0,099$ . Образуется золы  $0,10 \cdot 0,01 = 0,001$  кг. Составляющие золы внесут в шла, кг:

CaO             $0,001 \cdot 0,118 = 0,0001$   
SiO<sub>2</sub>            $0,010 \cdot 0,565 = 0,0006$   
Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>                 $0,010 \cdot 0,317 = 0,0003$   
Итого 0,001

90% Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> руды (0,487 кг) расходуется на окисление примесей.

Состав и количество шлака окислительного периода приведены в таблице 15.

### Количество газов окислительного периода

При окислении углерода металла образуется  $0,201 \cdot 28/12 = 0,469$  кг монооксида углерода. При окислении углерода электродов кислородом атмосферы образуется  $0,099 \cdot 0,90 \cdot 28/12 = 0,208$  кг СО и  $0,099 \cdot 0,10 \cdot 44/12 = 0,036$  кг СО<sub>2</sub> (0,90 и 0,10 - доли окисления углерода соответственно до СО и СО<sub>2</sub>). При этом требуется  $0,208 \cdot 16/28 + 0,036 \cdot 32/44 = 0,145$  кг, или  $0,145 \cdot 22,4/32 = 0,102$  м<sup>3</sup>, кислорода воздуха. С кислородом поступит азота  $0,145 \cdot 77/23 = 0,485$  кг, или  $0,485 \cdot 22,4/28 = 0,388$  м<sup>3</sup>.

Количество и состав газов окислительного периода представлены в таблице 16, материальный баланс окислительного периода - в таблице 17.

Таблица 15 - Количество и состав шлака окислительного периода

| Источник поступления  | Составляющие, кг |                                |       |                                |        |        |       | Всего кг |
|-----------------------|------------------|--------------------------------|-------|--------------------------------|--------|--------|-------|----------|
|                       | SiO <sub>2</sub> | Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> | FeO   | Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> | MnO    | CaO    | MgO   |          |
| Шлак периода плавания | 1,7006           | 0,0227                         | 0,910 | 0,3598                         | 0,479  | 0,0019 | —     | 3,474    |
| Металл                | -0,2640          | —                              | —     | —                              | 0,081  | —      | —     | -0,183   |
| Железная руда         | 0,0360           | 0,0180                         | —     | 0,0540                         | —      | 0,0040 | 0,002 | 0,114    |
| Известь               | 0,0090           | 0,0030                         | —     | 0,0030                         | —      | 0,2760 | 0,009 | 0,300    |
| Свод                  | 0,0386           | 0,0002                         | —     | 0,0006                         | —      | 0,0006 | —     | 0,040    |
| Подина и откосы       | 0,3600           | 0,0080                         | —     | 0,0070                         | —      | —      | —     | 0,375    |
| Зола электродов       | 0,0006           | 0,0003                         | —     | —                              | —      | 0,0001 | —     | 0,001    |
| Итого: кг             | 1,8808           | 0,0522                         | 0,910 | 0,4244                         | 0,5600 | 0,2826 | 0,011 | 4,121    |
| %                     | 45,64            | 1,27                           | 22,08 | 10,30                          | 13,59  | 6,85   | 0,27  | 100,00   |

Таблица 16 - Количество и состав газов окислительного периода

| Источник поступления | Поступило, кг     | Образовалось, кг |                 |                |        |
|----------------------|-------------------|------------------|-----------------|----------------|--------|
|                      |                   | СО               | СО <sub>2</sub> | N <sub>2</sub> | Всего  |
| Углерод металла      | 0,201             | 0,469            | —               | —              | 0,469  |
| Углерод электродов   | 0,099             | 0,208            | 0,036           | 0,485          | 0,729  |
| Воздух               | 0,145+0,485=0,630 | —                | —               | —              | —      |
| Итого: кг            | 0,930             | 0,677            | 0,036           | 0,485          | 1,198  |
| %                    | 100,00            | 56,51            | 3,01            | 40,48          | 100,00 |

Таблица 17 - Материальный баланс окислительного периода, кг

| Поступило        |         | Получено |                             |
|------------------|---------|----------|-----------------------------|
| Металл I периода | 96,117  | Металл   | $95,976+0,512-0,171=96,317$ |
| Шлак I периода   | 3,474   | Шлак     | 4,121                       |
| Железная руда    | 0,601   | Газы     | 1,198                       |
| Известь          | 0,300   | Невязка  | 0,001                       |
| Динас            | 0,040   |          | Итого 101,637               |
| Набивная масса   | 0,375   |          |                             |
| Электроды        | 0,100   |          |                             |
| Воздух           | 0,630   |          |                             |
| Итого            | 101,637 |          |                             |

При выплавке стали для фасонного литья плавку проводят без восстановительного периода. В этом случае раскисление проводят осаждающим методом. Если содержание кремния в металле ниже, чем требуется в выплавляемой стали, то за 7-10 мин до выпуска в печь присаживают ферросилиций. Ферромарганец вводят либо в печь (за 3-5 мин до выпуска), либо в ковш. Алюминий для окончательного раскисления вводят в ковш.

#### 4.1.4 Раскисление металла

Определим состав металла, полученного к концу окислительного периода плавки, %:

$$C \quad 0,211 \cdot 100 / 96,317 = 0,219 \sim 0,22$$

$$Si \quad 0,240 \cdot 100 / 96,317 = 0,249 \sim 0,25$$

$$Mn \quad 0,096 \cdot 100 / 96,317 = 0,100$$

$$P \quad 0,046 \cdot 100 / 96,317 = 0,048$$

$$S \quad 0,039 \cdot 100 / 96,317 = 0,040$$

Расчет необходимого количества раскислителей производится исходя из среднезаданного содержания соответствующих элементов в готовой стали с учетом их угара: марганца -  $(0,045+0,90)/2=0,68\%$ ; кремния -  $(0,20+0,52)/2 = 0,36\%$ .

Так как содержание кремния в металле выше нижнего предела, определяемого стандартом, то можно его содержание не повышать, оставив на уровне, полученном в процессе кремнийвосстановительной плавки.

|      |      |          |         |      |                    |      |
|------|------|----------|---------|------|--------------------|------|
|      |      |          |         |      | ДП 44.03.04.155 ПЗ | Лист |
| Изм. | Лист | № докум. | Подпись | Дата |                    | 30   |

Таким образом, раскисление металла в печи производим ферромарганцем, а в ковше в процессе выпуска - алюминием. Необходимое количество раскислителя можно определить по следующей формуле:

$$q_p = \frac{M_{\text{ст}}}{100} \cdot \frac{[E]_{\text{ст}} - [E]_{\text{п.р}}}{\frac{[E]_p}{100} \cdot \frac{100-U}{100}},$$

где  $q_p$  - количество присаживаемого раскислителя, кг;

$M_{\text{ст}}$  - выход жидкой стали перед раскислением, кг;

$[E]_{\text{ст}}$  - среднезаданное содержание определяемого элемента в готовой стали, %;

$[E]_{\text{п.р}}$  - содержание того же элемента в металле перед раскислением,

%;  $[E]_p$  - содержание соответствующего элемента в раскислителе, %;

$U$  - угар элемента, %.

Определим расход ферромарганца, принимая угар марганца равным 20% :

$$q_{Mn} = \frac{96,317}{100} \cdot \frac{0,68 - 0,10}{\frac{75}{100} \cdot \frac{100-20}{100}} = 0,931 \text{ кг.}$$

Ферромарганец внесет, кг:  $0,931 \cdot 0,06 = 0,056$  углерода;  $0,931 \cdot 0,75 = 0,698$  марганца;  $0,931 \cdot 0,02 = 0,019$  кремния;  $0,931 \cdot 0,003 = 0,003$  фосфора;  $0,931 \cdot 0,0003 = 0,0003$  серы. Итого 0,7763 кг.

С ферромарганцем поступит  $0,931 \cdot 0,776 = 0,723$  кг железа. При раскислении металла окислится  $0,698 \cdot 0,20 = 0,140$  кг марганца и образуется  $0,140 \cdot 71/55 = 0,180$  кг  $MnO$ . При этом требуется  $0,140 \cdot 16/55 = 0,041$  кг кислорода воздуха, с которым поступит  $0,041 \cdot 77/23 = 0,137$  кг азота. Количество и состав металла после присадки ферромарганца отражены в таблице 18.

В период раскисления стали принимаем расход огнеупоров, набивной массы и электродов таким же, что и в окислительный период плавки: 0,04 кг динаса; 0,375 кг набивки; 0,10 кг электродов. Количество и состав шлака после раскисления приведены в таблице 19.

|      |      |          |         |      |                    |      |
|------|------|----------|---------|------|--------------------|------|
|      |      |          |         |      | ДП 44.03.04.155 ПЗ | Лист |
| Изм. | Лист | № докум. | Подпись | Дата |                    | 31   |

Окончательное раскисление металла производим в ковше алюминием. Расход алюминия составляет 0,8-1,2 кг на 1 т стали. Угар алюминия составляет 75-85%. В расчете принимаем расход алюминия 1 кг/т, т.е. 0,1 кг на 100 кг металла. Тогда фактически требуется  $97,108 \cdot 0,1/100 = 0,097$  кг алюминия. Алюминий внесет:  $0,097 \cdot 0,98 = 0,095$  кг алюминия;  $0,097 \cdot 0,02 = 0,002$  кг железа, что составит в сумме 0,097 кг. Остается алюминия в металле, если принять его усвоение равным 20%,  $0,095 \cdot 0,20 = 0,019$  кг.

При окислении алюминия образуется  $0,095 \cdot 0,80 \cdot 102/54 = 0,144$  кг  $Al_2O_3$ . На окисление алюминия затрачивается  $0,095 \cdot 0,80 \cdot 48/54 = 0,068$  кг кислорода воздуха, с которым поступит  $0,068 \cdot 77/23 = 0,227$  кг азота.

Таблица 18 - Количество и состав металла после раскисления ферромарганцем

| Элемент  | Поступило с металлом, кг          | Внесено ферромарганцем, кг | Перешло в шлак, кг | Содержится в металле |        |
|----------|-----------------------------------|----------------------------|--------------------|----------------------|--------|
|          |                                   |                            |                    | кг                   | %      |
| Углерод  | 0,211                             | 0,0560                     | —                  | 0,2670               | 0,27   |
| Марганец | 0,096                             | $0,698 - 0,140 = 0,5580$   | 0,140              | 0,6540               | 0,67   |
| Кремний  | 0,240                             | 0,0190                     | —                  | 0,2590               | 0,27   |
| Фосфор   | 0,046                             | 0,0030                     | —                  | 0,0490               | 0,05   |
| Сера     | 0,039                             | 0,0003                     | —                  | 0,0393               | 0,04   |
| Железо   | $95,344 + 0,512 - 0,171 = 95,685$ | 0,1550                     | —                  | 95,8400              | 98,70  |
| Итого    | 96,317                            | 0,791                      | 0,140              | 97,108               | 100,00 |

Таблица 19 - Количество и состав шлака перед выпуском металла

| Источник поступления        | Составляющие, кг |                                |       |                                |       |        |       | Всего, кг |
|-----------------------------|------------------|--------------------------------|-------|--------------------------------|-------|--------|-------|-----------|
|                             | SiO <sub>2</sub> | Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> | FeO   | Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> | MnO   | CaO    | MgO   |           |
| Шлак окислительного периода | 1,8810           | 0,0520                         | 0,910 | 0,4240                         | 0,560 | 0,2830 | 0,011 | 4,121     |
| Свод                        | 0,0386           | 0,0002                         | —     | 0,0006                         | —     | 0,0006 | —     | 0,040     |
| Набивка                     | 0,3600           | 0,0080                         | —     | 0,0070                         | —     | —      | —     | 0,375     |
| Зола электродов             | 0,0006           | 0,0003                         | —     | —                              | —     | 0,0001 | —     | 0,001     |
| Ферромарганец               | —                | —                              | —     | —                              | 0,180 | —      | —     | 0,180     |
| Итого: кг                   | 2,2802           | 0,0605                         | 0,910 | 0,4316                         | 0,740 | 0,2837 | 0,011 | 4,717     |
| %                           | 48,34            | 1,28                           | 19,29 | 9,15                           | 15,69 | 6,02   | 0,23  | 100,00    |

## Количество и состав газа периода раскисления

Газы этого периода образуются в результате окисления углерода электродов и марганца ферромарганца кислородом атмосферы печи. Количество и состав газов в период раскисления приведено в таблице 20

Таблица 20 - Количество и состав газов в период раскисления

| Источник поступления         | Поступило, кг           | Образовалось, кг |                 |                |        |
|------------------------------|-------------------------|------------------|-----------------|----------------|--------|
|                              |                         | CO               | CO <sub>2</sub> | N <sub>2</sub> | всего  |
| Углерод электродов<br>Воздух | 0,099                   | 0,208            | 0,036           | 0,485+0,137=   | 0,866  |
|                              | 0,630+0,041+0,137=0,808 | —                | —               | =0,622         | —      |
| Итого: кг                    | 0,907                   | 0,208            | 0,036           | 0,622          | 0,866  |
| %                            |                         | 24,02            | 4,16            | 71,82          | 100,00 |

Материальный баланс периода раскисления приведен в таблице 21, материальный баланс всей плавки - в таблице 22.

Таблица 21 - Материальный баланс периода раскисления, кг

| Поступило                                    | Получено  |
|--|---|
| Металл окислительного (II) периода<br>96,317 | Металл 95,976+0,512-0,171 = 97,129  |
| Шлак II периода - 4,121                      | Шлак - 4,717  |
| Ферромарганец - 0,931                        | Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> после окончательного раскисления алюминием - 0,144 |
| Алюминий - 0,097                             | Газы - 0,866+0,227= 1,093   |
| Динас - 0,040                                | Невязка - 0,001   |
| Набивная масса - 0,375                       | -   |
| Электроды - 0,100                            | -   |
| Воздух - 1,103                               |   |
| Итого 103,084                                | Итого 103,084   |

Таблица 22 - Материальный баланс плавки, кг

| Поступило      |        | Получено  |        |
|----------------|--------|---|--------|
| Стальной лом   | 95,390 | Металл  | 97,129 |
| Чугун          | 4,320  | Шлак  | 4,717  |
| Динас          | 0,200  | Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> после окончательного раскисления алюминием | 0,144  |
| Пригар (песок) | 0,290  |   |        |
|                |        |   |        |
| Электроды      |        | Газы 7,489+1,198+1,093=   | 9,780  |



## Окончание таблицы 22

| Поступило                |         | Получено                                   |         |
|--------------------------|---------|--|---------|
| 0,300+0,100+0,100        | = 0,500 |  |         |
| Набивная масса           |         | Улет железа в виде $\text{Fe}_2\text{O}_3$ | 2,864   |
| 8,774+0,630+1,103        | = 1,500 | Невязка                                    | 0,002   |
| Железная руда            | 0,601   | Итого                                      | 114,636 |
| Известь                  | 0,300   |  |         |
| Воздух 0,874+0,630+1,103 | =10,507 |  |         |
| Ферромарганец            | 0,931   |  |         |
| Алюминий                 | 0,097   |  |         |
| Итого 114,636            |         |  |         |

## 2.ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

### 2.1. Характеристика изготавливаемой детали

Изготавливаемая деталь «Ступица» имеет массу 64,8 кг. Габаритные размеры: преобладающий диаметр-535 мм и высота-263 мм, преобладающая толщина стенки-95 мм.

Деталь изготавливается из стали 25Л. Выбранная марка соответствует условиям работы детали. Количество стержней равно 4.

### 2.2.Материал отливки и его свойства

Выбор осуществляем по заданному комплексу механических свойств, специфическим требованиям к литейным свойствам, физическим характеристикам и характеру нагружения и износа материала детали с учетом ее конфигурации и назначения.

Деталь выполняется из такого материала как сталь 25Л.Применение данного сплава: кронштейны, ступицы, балансиры, катки, шкивы и другие детали, работающие под действием средних статических и динамических нагрузок.

Таблица 23 - Химический состав стали 25Л (ГОСТ 977-88)

| Массовая доля элементов, % |           |           |        |        | Группа отливок |
|----------------------------|-----------|-----------|--------|--------|----------------|
| C                          | Mn        | Si        | P      | S      |                |
| 0,22-0,30                  | 0,45-0,90 | 0,20-0,52 | <0,060 | <0,060 | I              |
|                            |           |           | <0,060 | <0,060 | II             |
|                            |           |           | <0,050 | <0,050 | III            |

Таблица 24 – Механические свойства стали 25л

| Механические свойства стали 25л |   |             |                      |                  |                |          |                             |
|---------------------------------|---|-------------|----------------------|------------------|----------------|----------|-----------------------------|
| Источник                        | Состояние поставки, режим термообработки        | Сечение, мм | $\sigma_{0,2}$ (МПа) | $\sigma_B$ (МПа) | $\delta_5$ (%) | $\psi$ % | КСУ (Дж / см <sup>2</sup> ) |
|                                 |   |             | Не менее             |                  |                |          |                             |
| ГОСТ – 977-88                   | Нормализация 880-900. °С. Отпуск 610 – 630 °С   | До 100      | 240                  | 450              | 19             | 30       | 40                          |
|                                 | Закалка 870 – 890 °С, вода. Отпуск 610 – 630 °С |             | 300                  | 500              | 22             | 33       | 35                          |

### 2.3 Выбор способа производства отливки

Способы литья: литьем в кокиль, литьем в керамические формы, литьем по выплавляемым моделям, литьем в песчано-глинистые формы. Нецелесообразно получать данные отливки литьем в кокиль из-за относительно низкой стойкости кокилей. Литьем в керамические формы и литьем по выплавляемым моделям можно получать сложные отливки практически из любых сплавов. При этом достигается высокая геометрическая и размерная точность изделия, чистая поверхность при минимальных припусках на механическую обработку. Однако изготовление отливки "Ступица" в керамической форме приведет к повышенному расходу формовочных материалов, что, в свою очередь, приведет к повышению затрат на производство и, следовательно, к повышению себестоимости литья. Благодаря низкой себестоимости, универсальности процесса, быстрой подготовке производства, а также в силу того, что к отливке не предъявляются особые технологические требования и вследствие высокой шероховатости поверхности, рационально выбрать литье в песчано-глинистые формы.

Изготовление формы производится машинной формовкой, с применением деревянной или пластиковой модели и металлической оснастки (опок и модельных плит).

### 2.4. Выбор формовочных и стержневых смесей и покрытий

Для получения качественных отливок в песчаных формах большое значение имеет материал, из которого изготовлена форма. Около 50% брака получают в результате использования некачественных смесей. Заданные свойства формовочных смесей и форм обеспечиваются, прежде всего, посредством выбора соответствующих формовочных материалов.

Состав формовочной смеси определяется маркой литейного сплава, его температурой перед разливкой по формам, размером и массой получаемой отливки, способом изготовления форм и другими показателями.

Для отливки «Ступица» используем Холодно – твердеющую смесь.

|      |      |          |         |      |                    |      |
|------|------|----------|---------|------|--------------------|------|
|      |      |          |         |      | ДП 44.03.04.155 ПЗ | Лист |
| Изм. | Лист | № докум. | Подпись | Дата |                    | 36   |

Стержни в процессе заливки испытывают значительно большие термические и механические воздействия по сравнению с формой, поэтому к стержневым смесям предъявляют более жесткие требования. Прочность стержня в сухом состоянии и поверхностная твердость должны быть выше, чем у формы. Стержневые смеси выбирают в зависимости от конфигурации и размеров стержней, положения их в форме, заливаемого сплава и толщины стенки отливки.

Таблица 24 - Характеристика и состав стержневой смеси

| Назначение смеси  | Состав смеси, % по массе |                             | Свойства смеси  |          |           |          |                |  |
|---|--------------------------|-----------------------------|---|----------|-----------|----------|----------------|--|
|   | Связующее                | Катализатор                 | Предел прочности при растяжении, кПа, после выдержки, ч |          |           |          | Живучесть, мин | Продолжительность твердения в ящике, мин |
|   |                          |                             | 1   | 2        | 3         | 4        |                |  |
| Отливки массой до 5 т, серийное производство                  | 2,8 (смола БС-40)        | 1,8 (ортофосфорная кислота) | 294-392   | 490- 588 | 685 - 785 | 980-1270 | 1,5-2          | 6-7                                      |
| Отливки массой 5-10 т, единичное и мелкосерийное производство | 2,0 (смола ОФ-1)         | 1,2-1,4 (БСК 65-80%-ный)    | -   | -        | -         | 588-685  | 8-9            | 35-40                                    |

Противопригарные краски применяются для окрашивания форм в два слоя, стержней с целью уменьшения пригара на отливках, образующегося за счет проникновения металла в поры формы. Принимаем для использования противопригарную краску СТ1.

Таблица 27 - Состав красок в вес. % (между номером и названием тире)

| Пылевидный кварц | Бентонит | Мылонафт | Вода | Связующие добавки   | Плотность, г/см <sup>3</sup> |
|------------------|----------|----------|------|---------------------|------------------------------|
| 72               | 3,0      | 0,5      | 14,0 | Сульфитный щелок 10 | 140-150                      |

В процессе окраски необходимо регулярно перемешивать краску, чтобы не было осаждения составляющих. Необходимо стряхивать излишек краски, избегать забивку вентиляционных каналов.

## 2.5. Выбор и обоснование плоскости разъема формы и подвода сплава к отливке

При выборе положения отливки в форме и плоскости разъема формы необходимо обеспечить соблюдение ряда условий, позволяющих получать качественную отливку при минимальных расходах на ее изготовление.

Выбранное положение отливки в форме обеспечивает:

- направленное затвердевание отливки;
- экономия формовочной смеси;
- уменьшение расхода металла на изготовление отливки.

Выбор положения отливки в форме и определение плоскости разъема являются важными операциями. Отливку мы располагаем таким образом, чтобы она находилась вся в нижней полуформе.

Выбранная поверхность разъема формы обеспечивает:

- 1) минимальное число разъемов формы;
- 2) свободное извлечение модели из формы;
- 3) плоскую поверхность разъема формы.
- 4) удобную зачистку заливов.

Металл подводится к отливке по разъему через питатели, которые находятся в нижней полуформе. Подвод металла в нижнюю часть отливки обеспечивает направленное затвердевание.

## 2.6 Литейные формы и стержни

### 2.6.1 Определение размеров опок. Выбор конструкции материала опок

Для определения размеров опок будем руководствоваться рекомендациями, изложенной в справочной и технической литературе. В зависимости от массы жидкого металла и толщины стенки отливки выбираем соответствующую толщину песчаной формы от нижней, верхней и боковых стенок отливки, а также расстояния от прибыли или литниковой системы, обеспечивающие соответствующую прочность формы.

Минимальная толщина слоя смеси:

- от верха модели до верха опоки – 100 мм;
- от низа модели до низа опоки – 120 мм;
- от модели до стенки опоки – 70 мм;
- между моделью и шлакоуловителем – 60 мм;
- между моделями - 100.

Учитывая данные размеры толщины смеси, а также геометрические размеры отливки и прибылей выбираем опоки ГОСТ 14986-69 с размерами в свету 1200×900×500 мм.

### 2.6.2. Определение количества стержней и их размеров

Для изготовления данной отливки будем использовать четыре стержня:

Стержень 1:

- высота стержня – 302 мм;
- диаметр стержня – 378 мм;
- высота знака – 40 мм;

Стержень 2:

- высота стержня – 127 мм;
- диаметр стержня – 524 мм;

|      |      |          |         |      |                    |      |
|------|------|----------|---------|------|--------------------|------|
|      |      |          |         |      | ДП 44.03.04.155 ПЗ | Лист |
| Изм. | Лист | № докум. | Подпись | Дата |                    | 39   |

- высота знака – 40 мм;

Стержень 3:

- высота стержня – 159 мм;
- диаметр стержня 689 мм;
- высота знака – 40 мм;

## 2.6.2 Описание способа изготовления стержней

Стержни изготавливают на автоматических стержневых линиях.

В целях удобства управления и обслуживания линии разделены на технологические участки (в зависимости от числа основных операций изготовления стержней). Назначение этих участков:

- подготовка стержневых ящиков: их осмотр, очистка, продувка, установка закладных частей, а для крупных стержней- каркасов;

- заполнение ящиков смесью - надув смеси на стержневой машине, заполнение из смесителя ХТС или из установки ЖСС; при заполнении ящика ХТС или ЖСС его устанавливают на вибростол для уплотнения смеси;

- продувка и отверждение стержневой смеси (при использовании связующих на основе жидкого стекла, ХТС или ЖСС; первые продувают СО<sub>2</sub> на специальной установке; ХТС и ЖСС отверждаются за определенное время при транспортировании по участку);

- кантовка и вытяжка стержней; участок оснащается унифицированными поворотно-вытяжными машинами; для крупных стержней применяют специальные кантователи; на этом же участке на стержневой ящик устанавливают сушильную или транспортную плиту, переворачивают ящик с плитой, протягивают уплотненный или отвердевший стержень, и стержневой ящик возвращается в исходное положение и на первый участок;

- отделка и окраска стержней - финишный участок.

Крупные стержни после отделки и окраски могут быть дополнительно подсушены. Стержни из песчано-глинистых смесей сушат в горизонтальных или вертикальных сушилах.

|      |      |          |         |      |                    |      |
|------|------|----------|---------|------|--------------------|------|
|      |      |          |         |      | ДП 44.03.04.155 ПЗ | Лист |
|      |      |          |         |      |                    | 40   |
| Изм. | Лист | № докум. | Подпись | Дата |                    |      |

В качестве межоперационного транспорта на участках в основном используют роликовые конвейеры. Однако имеются линии со штанговыми, пластинчатыми и ленточными конвейерами.

При заливке формы металлом ее стенки и стержни быстро нагреваются и выделяют большое количество газов. Особенно сильно прогреваются в момент заливки стержни, поэтому стержни, изготавливаемые из песочных смесей, должны иметь газоотводные вентиляционные каналы. Их выполняют в стержнях следующими способами: накалыванием стержней душником; заформовыванием железных прутков в стержневом ящике с последующим их извлечением; заформовыванием труб железных или чугуновых, которые часто служат каркасами; заформовыванием в стержнях восковых фитилей; воск при сушке стержня выплавляется, шнуры вынимают; заформовыванием при изготовлении труб и цилиндров соломенных жгутов, которые выгорают при заливке металла в формы.

## 2.7 Определение припусков на механическую обработку

Для достижения заданных чертежом размеров детали и необходимого качества поверхности на обрабатываемых частях отливки назначим припуски на механическую обработку. Величину припусков определим в зависимости от класса точности отливки, ее номинальных и габаритного размеров, положения при заливке, способа литья и вида сплава.

Основные припуски на механическую обработку назначают в зависимости от допусков размеров дифференцированно для каждого элемента отливки в соответствии с ГОСТ 26645-85.

- группа сложности отливки – 3;
- максимальный размер отливки – 535 мм;
- способ литья – литье в песчаные формы;
- вид сплава – сталь 25Л.

Исходя из выше перечисленных показателей класс точности отливки – 11.

|      |      |          |         |      |                    |      |
|------|------|----------|---------|------|--------------------|------|
|      |      |          |         |      | ДП 44.03.04.155 ПЗ | Лист |
| Изм. | Лист | № докум. | Подпись | Дата |                    | 41   |



## 2.8 Обеспечение питания отливки

Питание отливки – это процесс компенсации объемной усадки. Для осуществления эффективного питания отливки необходимо обеспечить направленное к прибыли затвердевание отливки, при этом должны выполняться два условия:

- по мере приближения к прибыли продолжительности затвердевания сечений отливки должна монотонно увеличиваться;
- сплав прибыли должен затвердевать последним.

В тех элементах отливки, где нарушается направленность затвердевания, возникают усадочные дефекты.

### 2.8.1 Определение узлов питания отливки и количества прибылей

Для определения количества прибылей и мест их установки необходимо выделить в конструкции отливки все участки, изолированные друг от друга в конце их затвердевания.

Принцип направленного затвердевания выполняется во всех частях данной отливки.

Для питания отливки выделим две прибыли, которые будут устанавливаться в самых массивных частях отливки.

## 2.9 Конструирование и расчет прибылей

Прибыль – это часть литниково-питающей системы, предназначенная для устранения в отливке усадочной раковины и пористости.

Эффективная работа прибыли обеспечивается при соблюдении следующих условий:

- прибыль должна затвердевать после отливки или питаемого термического узла;
- запас жидкого металла в прибыли должен быть достаточным для питания отливки во время ее затвердевания;

|      |      |          |         |      |                    |      |
|------|------|----------|---------|------|--------------------|------|
|      |      |          |         |      | ДП 44.03.04.155 ПЗ | Лист |
| Изм. | Лист | № докум. | Подпись | Дата |                    | 42   |

- форма прибыли и ее расположение должны обеспечивать свободный доступ жидкого металла к отливке или питаемому узлу;
- размеры и масса прибыли должны быть минимальными.

Рассчитаем объемы прибылей по формуле Й. Пржибыла:

$$V_{\text{приб}} = \frac{V_o \cdot \alpha_v \cdot \beta}{1 - \alpha_1 \cdot \beta},$$

где  $\alpha_v$  – относительная объемная усадка сплава;  $\varepsilon_{V_\Sigma} = 0,045$ ;

$\beta$  – коэффициент, зависящий от рода сплава и от принятых мероприятий по повышению рабочего давления в прибыли, по теплоизоляции и обогреву прибылей (для прибылей с атмосферным давлением в усадочной раковине  $\beta=7$ );

$V$  – объем питаемого узла прибыли,  $\text{см}^3$ ;

$\gamma$  – плотность жидкой стали –  $7 \text{ кг/дм}^3$

Вычислим объём питаемого узла прибыли №1.

$$V_1 = V_{cm} + 4V_{cn} / 2 = V_{cm} + 2V_{cn};$$

$$V_{cm} = \pi R^2 H = 3,14 \cdot 10,75^2 \cdot 20 = 2311,25 \text{ см}^3$$

$$V_{cn} = \pi R^2 H = 3,14 \cdot 21^2 \cdot 113,5 = 80,23 \text{ см}^3$$

$$\text{Итак, } V_1 = 2311,25 + 2 \cdot 80,23 = 2471,71 \text{ см}^3$$

Объем прибылей:

$$V_{\text{пр.1}} = \frac{V_o \cdot \alpha_v \cdot \beta}{1 - \alpha_1 \cdot \beta} = \frac{2471,71 \cdot 0,045 \cdot 7}{1 - 0,045 \cdot 7} = \frac{778,58865}{0,685} = 1136,6 \text{ см}^3;$$

$$V_{\text{пр.1}} = V_{\text{пр.2}} = V_{\text{пр.3}} = V_{\text{пр.4}}$$

$$V_n = V_{\text{пр}} \cdot 4 = 1136,6 \cdot 4 = 4546,4 \text{ см}^3$$

Объём обода:

$$V_{об} = \pi R^2 H + \pi R^2 H = 3,14 \cdot 53,5 \cdot 3,1 + 3,14 \cdot 45,2 \cdot 3,1 = 520,769 + 439,9768 = 960,7 \text{ см}^3$$

## 2.10 Определение выхода годного

Коэффициент выхода годного показывает сколько металла, заливаемого в форму, приходится непосредственно на отливку. Выход годного рассчитывается по формуле:

$$BG = \frac{G_{отл}}{G_{отл} + G_{л.с.} + G_{пр}} \cdot 100\%,$$

где  $G_{отл}$  – масса отливки, кг;

$G_{пр.}$  – масса прибылей, приходящаяся на одну отливку, кг;

$G_{л.с.}$  – масса литниковой системы, приходящаяся на одну отливку, кг.

Массу прибылей можно вычислить, зная объем прибылей и плотность стали:

$$G_{пр} = \frac{V_n \cdot \gamma}{1000} = \frac{4546,4 \cdot 7}{1000} = 31,8 \text{ кг}$$

Массу литниковой системы определим как 5% от массы отливки:

$$G_{л.с} = 0,05 \times G_{отл} = 0,05 \cdot 120 = 6 \text{ кг};$$

$$BG = \frac{120}{120 + 6 + 31,8} \cdot 100\% = 76\%$$

Таким образом, подставив полученные данные в исходное уравнение, коэффициент выхода годного для нашей отливки составит:  $BG = 76\%$ .

## 2.11. Конструирование и расчет литниковой системы

### 2.11.1. Обоснование принятого типа литниковой системы и способа заливки сплава в форму.

Заполнение форм сплавом является первым этапом формирования отливки. Несмотря на свою относительную кратковременность, заполнение формы в значительной мере определяет качество отливки. Подавляющее большинство технологического брака в литейном производстве связано с неправильной организацией отливки.

Литниковая система – это система каналов и элементов литейной формы, предназначенная для подвода металла к полости формы, ее заполнения и питания отливки.

|      |      |          |         |      |                    |      |
|------|------|----------|---------|------|--------------------|------|
|      |      |          |         |      | ДП 44.03.04.155 ПЗ | Лист |
| Изм. | Лист | № докум. | Подпись | Дата |                    | 44   |

Для обеспечения качественного заполнения формы сплавом литниковая система должна удовлетворять следующим требованиям:

- обеспечивать заполнение формы за некоторое оптимальное время;
- создавать возможность надежного улавливания шлака, неметаллических и газовых включений;
- способствовать плавному поступлению сплава в полость формы без разбрызгивания и размывания поверхностей формы и стержней;
- создавать тепловые условия, благоприятствующие направленному затвердеванию отливки и снижению развивающихся в ней литейных напряжений.

Учитывая выше приведенные требования, а также применяемый сплав – сталь 25Л выбираем литниковую систему III класса, замкнутую в питателях. Литниковая система III класса состоит из литниковой воронки, стояка, шлакоуловителя и питателей.

Заливку формы будем производить из поворотного ковша

### **2.11.2 Расчет оптимальной продолжительности заливки и площадей сечений литниковых каналов.**

Рассчитаем литниковую систему для стальной отливки «Ступица» массой 120 кг. Масса прибылей 31.8 кг; преобладающая толщина стенок 95 мм.

Для определения оптимальной продолжительности заливки формы рассчитаем массу жидкого металла, заливаемого в форму:

$$G_{\text{ж}} = G_{\text{отл}} + G_{\text{приб}} + G_{\text{л.с.}} = 120 + 31,8 + 6 = 157,8 \text{ кг},$$

где  $G_{\text{отл}}$  – масса жидкого металла, приходящегося на отливку, кг;

$G_{\text{приб}}$  – масса жидкого металла, приходящегося на прибыли, кг;

$G_{\text{л.с.}}$ , – масса жидкого металла, приходящегося на литниковую систему, кг.

Рассчитаем оптимальную продолжительность отливки по формуле Г. М. Дубицкого:

$$\tau_{\text{опт.}} = S_1 \sqrt[3]{G \cdot \delta} = 1,6 * \sqrt[3]{157,8 * 95} = 39,36 \text{ с,}$$

где  $S_1$  – коэффициент продолжительности заливки (в соответствии с данными Г. М. Дубицкого, для данной отливки примем  $S_1=1,6$ );

$G$  – масса жидкого металла, заливаемого в форму, кг;

$\delta$  – преобладающая толщина стенки отливки, мм (для нашей отливки  $\delta=95$  мм).

Находим среднюю скорость подъема уровня саплава в полости литейной формы:

$$V_{\text{ch}} = \frac{C}{\tau_{\text{опт.}}} = \frac{463}{39,36} = 11,7 \text{ мм/с}$$

$C$  – высота отливки с учётом прибылей, мм;

$T_{\text{опт.}}$  – оптимальная продолжительность заливки, с.

### 2.11.3 Расчет литниковой системы

Заливку формы будем производить из поворотного ковша. Поэтому для расчёта площади узкого места литниковой системы примем формулу:

$$\sum F_a = \frac{1000 * G}{\tau * \mu * \sqrt{H_p} 2g}$$

Металлоемкость отливки  $G = 343,15$  кг, время выполнения = 51 с. Коэффициент расхода литниковой системы со средним сопротивлением (число поворотов потока равно трем) при формовке посырому с закрытой прибылью составляет,  $\mu = 0,35$ . Расчетный напор при заливке равен  $H_p = H_0 - \frac{P^2}{2C}$ , где  $H$  – высота опоки, см;  $C$  – высота отливки с учётом прибылей, см;  $P^2$  – расстояние от места подвода до верхней части полости формы

$$H_p = 500 - \frac{529^2}{2 \cdot 463} = 500 - \frac{279841}{926} = 19,78 \text{ см}$$

С учётом приведённых значений величин находим площадь узкого места системы:

$$F_{уз} = \frac{G \cdot 1000}{\rho \cdot \mu \cdot \tau_{онт} \cdot \sqrt{2g \cdot H_p}},$$

где  $\rho$  - плотность сплава (для стали  $\rho = 72 / \text{см}^3$ );

$G$  — масса жидкого металла, заливаемого в форму;

$\mu$  — коэффициент расхода литниковой системы, учитывающий потери напора на гидравлических сопротивлениях,  $\mu = 0,32$ ;

$$F_{уз} = \frac{157,8 \cdot 1000}{7 \cdot 0,32 \cdot 39,36 \sqrt{2 \cdot 981 \cdot 19,78}} = \frac{157800}{127,296 \sqrt{38808,36}} = \frac{157800}{25039,1232} = 6,3 \text{ см}^2$$

В качестве узкого места примем питатели. Так как питателей 4, то площадь одного питателя равна  $6,3/4 = 1,575 \text{ см}^2$ . Примем следующее соотношение площадей элементов системы:  $F_n : F_{л.х} : F_{ст} = 1 : 1,15 : 1,3$ , где  $F_n$  - площадь питателей, обслуживаемых одной ветвью литникового хода;  $F_{л.х}$  - площадь литникового хода;  $F_{ст}$  - площадь сечения стояка снизу.

$$F_n = 6,3 \cdot 1 = 6,3$$

$$F_{лх} = 6,3 \cdot 1,15 = 7,245$$

$$F_{ст} = 6,3 \cdot 1,3 = 8,19$$

По найденным значениям площадей питателей и литникового хода найдем их конкретные размеры. Примем для этих элементов трапецеидальную форму сечения. Для питателей примем  $h = a/b = 0,9a$ . С учетом этого находим  $a = \sqrt{1,575 : 0,9} = 17,5 \text{ см}$ . У литникового хода  $b = 0,8a$  и  $h = 0,9a$ . Значит,  $7,245 = 0,81a^2$  и  $a = \sqrt{7,245 : 0,81} = 29 \text{ см}$ .

Стояк: для обеспечения замкнутости литниковой системы и удобства формовки используем конический, расширяющиеся вверх круглый стояк. Конусность стояка зависит от его высоты. Уклон стояка делается из расчета 1 мм на 100 мм высоты.

$$F_{ст} = \frac{\pi \cdot D^2}{4} \Rightarrow D = \sqrt{\frac{4 \cdot F_{ст}}{\pi}} = \sqrt{\frac{4 \cdot 8,19}{3,14}} = 32 \text{ см}.$$

$$D_{ст.в.} = 32 \text{ см}.$$

|      |      |          |         |      |                    |      |
|------|------|----------|---------|------|--------------------|------|
|      |      |          |         |      | ДП 44.03.04.155 ПЗ | Лист |
| Изм. | Лист | № докум. | Подпись | Дата |                    | 47   |

## 2.12 Модельно-литейная оснастка

Для изготовления песчаных форм применяют различные модели, воспроизводящие геометрию отливки, а также модели прибылей, выпоров, литниковых систем и т.д. Формовка осуществляется в специальных литых или сварных рамках, называемых опоками. Стержни изготавливаются в стержневых ящиках. Все это вместе называют модельно-опочной оснасткой, т.е. средствами технологического оснащения, дополняющими литейное технологическое оборудование для выполнения определенной части технологического процесса получения отливок.

Таблица 28.- Модельно-опочная оснастка

| Наименование оснастки   | Материал, обозначение                                  |
|---|--|
| Опоки:<br>- верха (1200 × 900 × 500);<br>- низа (1200 × 900 × 500). | Чугун, ГОСТ 15010-69<br>Чугун, ГОСТ 15010-69           |
| Подмодельная плита.   | Чугун, ГОСТ 20131-80                                   |
| Модель.   | Дерево   |
| Стержневые ящики  | Дерево, А-4095-К1-ОЧС1-Я1<br>Дерево, А-4095-К1-ОЧС1-Я2 |
| Штыри центрирующий и направляющий.                                  | ГОСТ 20122-74 и ГОСТ 20128-74                          |

## 2.13 Выбивка, обрубка и очистка отливок

После заливки формы расплавом необходимо выдержать некоторое время для кристаллизации и охлаждения отливки.

Стальные отливки рекомендуется охлаждать в форме до 400-500°С.

Средняя скорость охлаждения отливок в формах колеблется от 2 до 150°С/мин. Скорость охлаждения отливки выбирают с учетом толщины стенок отливки и прочностных свойств сплава. При большой разнице скоростей охлаждения отдельных частей отливки возникают большие термические

напряжения, которые могут привести к короблению отливок или появлению в них трещин.

Масса отливки составляет 120 кг, толщина стенки отливки – до 95 мм. Исходя из этого, время охлаждения отливки в форме составляет 3 час, температура выбивки отливки из формы – 600-700°С.

После охлаждения отливки производят ее выбивку из формы. Выбивка отливки из формы осуществляется на выбивной решетке путем встряхивания.

Для удаления пригара и улучшения поверхностей отливки подвергают очистке дробеметной обработке. Очистка отливок проводят в очистном барабане 323М.

Элементы литниковой системы, прибыли отделяют от отливок резкой ленточными или дисковыми пилами. Зачистку отливок проводят ручными шлифовальными машинками.

|      |      |          |         |      |                    |      |
|------|------|----------|---------|------|--------------------|------|
|      |      |          |         |      | ДП 44.03.04.155 ПЗ | Лист |
| Изм. | Лист | № докум. | Подпись | Дата |                    | 49   |



## 2.14 Термическая обработка отливок

Отливки в литом состоянии имеют крупнозернистую структуру, высокую твердость, низкие прочностные и пластические свойства. В них сохраняются значительные внутренние напряжения. Структура и свойства отливок могут быть значительно улучшены посредством термической обработки.

Для данной отливки выберем следующую термическую обработку:

**Закалка** – термическая обработка, направленная на резкое повышение твердости. Нагретую отливку переносят в среду, имеющую температуру на 20-30°С выше мартенситной точки, в этой среде делают короткую выдержку, в течение которой температура по всему сечению изделия выравнивается. После этого изделие охлаждают на воздухе. В качестве охлаждающих сред используют технические масла, растворы щелочей и растворы селитр.

Высокотемпературный отпуск проводят при температурах 500-680°С. Этот отпуск создает наилучшее сочетание прочностных свойств, пластичности, вязкости.

Термическую обработку, состоящую из закалки и высокого отпуска, называют улучшением.

Улучшение одновременно повышает предел прочности, предел текучести, относительное удлинение, относительное сужение и ударную вязкость. А высокий отпуск, в данном случае, полностью снимает остаточные напряжения в отливке.

## 2.15 Контроль качества отливок

Требования к качеству готовых отливок устанавливаются ГОСТами и технологической документацией. Контроль за качеством отливок осуществляет отдел технического контроля (ОТК).

Данная отливка подвергается следующим видам контроля:

|      |      |          |         |      |                    |      |
|------|------|----------|---------|------|--------------------|------|
|      |      |          |         |      | ДП 44.03.04.155 ПЗ | Лист |
|      |      |          |         |      |                    | 50   |
| Изм. | Лист | № докум. | Подпись | Дата |                    |      |

- контроль размерной точности – отливку проверяют на соответствие чертежу. Контроль выполняют на плите линейкой, штангенциркулем, рейсмусом, шаблонами и другим инструментом;

- контроль внешнего вида выполняют визуально на соответствие отливок техническим условиям;

- контроль механических свойств – прочность отливок определяют по специальным отлитым образцам, приливам отливок и вырезанным из отливок образцам. Твердость определяют на отливке, в некоторых случаях – на образцах, вырезанных из отливки;

- контроль химического состава – отлитые образцы или стружку отливки проверяют в лаборатории методом химического или спектрального анализа;

- контроль массы – отливки взвешивают после проверки их на геометрическую точность.

## **2.16. Возможные дефекты отливок и меры по их устранению**

Всякое нарушение технологии – это причина появления дефектов в отливке.

При изготовлении данной отливки возможны следующие виды дефектов:

### **1. Дефекты поверхности:**

- пригар – прочное соединение поверхности отливки с формовочной литьевой смесью;

- засор – дефект в виде кусочка формовочного материала, захваченного потоком жидкого металла и внедрившегося в поверхностные слои отливки.

### **2. Дефекты несоответствия по геометрии:**

- недолив – дефект в виде неполного образования отливки вследствие не заполнения полости литейной формы металлом при заливке из-за недо-

|      |      |          |         |      |                    |      |
|------|------|----------|---------|------|--------------------|------|
|      |      |          |         |      | ДП 44.03.04.155 ПЗ | Лист |
| Изм. | Лист | № докум. | Подпись | Дата |                    | 51   |

статочного количества жидкого металла, низкой температуры заливки, недостаточной скорости заливки;

- стержневой перекося – дефект в виде смещения отверстия, полости или части отливки, выполняемых с помощью стержня, вследствие его перекося или неправильной установки;

- коробление – дефект в виде искажения конфигурации отливки под влиянием напряжений, возникающий при охлаждении, а также неправильно изготовленной модели.

### 3. Несплошности в теле отливки:

- горячая трещина – дефект в виде разрыва или надрыва тела отливки усадочного происхождения, возникающая в интервале температур затвердевания. Поверхность трещины окисленная и неровная;

- холодная трещина – дефект в виде разрыва тела затвердевшей отливки вследствие внутренних напряжений или механического воздействия. В вершине трещины сконцентрированы напряжения, поэтому при ударе трещина может распространиться в глубь тела отливки. В отличие от горячей трещины поверхность

холодной трещины светлая и сравнительно гладкая;

- усадочная раковина – дефект в виде открытой или закрытой полости грубой шероховатости, иногда с окисленной поверхностью, образовавшейся вследствие усадки затвердевающего металла;

- усадочная пористость – дефект в виде мелких пор, образовавшихся вследствие усадки металла во время его затвердевания при недостаточном питании отливки;

- газовая пористость – дефект в виде мелких пор, образовавшихся в отливке в результате выделения газов из металла при его затвердевании.

Способы исправления дефектов:

Дуговая сварка – исправляет сквозные дефекты стенок отливки, дефекты обрабатываемых поверхностей, работающих на трение и износ, после механической обработки – исправляет дефекты любых поверхностей. При

|      |      |          |         |      |                    |      |
|------|------|----------|---------|------|--------------------|------|
|      |      |          |         |      | ДП 44.03.04.155 ПЗ | Лист |
| Изм. | Лист | № докум. | Подпись | Дата |                    | 52   |

дуговой сварке объем раковины заполняют наплавленным металлом (должен быть близким по химическому составу к материалу отливки). Наплавляемый металл поддерживают некоторое время в жидком состоянии, чтобы выровнять химический состав и удалить неметаллические включения.

Газопламенная наплавка – применяют для исправления тех же дефектов, что и в предыдущем способе. В качестве горючего газа используют ацетилен, природный газ, пропан-бутан.

Сварка-пайка – выполняют с предварительным местным нагревом поверхности отливки до 300-400°С или без нагрева. Дефектное место отливки тщательно разделяют до пологого удаления пораженного слоя металл. Заварное место засыпают сухой землей или накрывают асбестом, чтобы снизить скорость охлаждения. Данным способом исправляют отдельно расположенные раковины небольших размеров на обрабатываемых поверхностях отливки, а также раковины средних размеров отливок несложной конфигурации.

Заделка раковин пробками – раковину рассверливают до минимально допустимого размера, нарезают в отверстие резьбу и ввертывают металлическую вставку, которую заваривают или чеканят. Затем обрабатывают вставку заподлицо с телом отливки. Таким способом исправляют отдельно расположенные раковины мелких размеров.

### 3.ЭКОНОМИКА

#### 3.1. Управление персоналом

Управление персоналом включает в себя реализацию следующих мероприятий:

- Разработка квалификационной структуры кадров;
- Распределение работающих по участкам и обслуживаемому оборудованию;
- Определение численности и состава работающих по категориям;
- Оптимизация режима труда;
- Формирование системы оплаты труда и планирование фонда заработной платы;
- Разработка системы стимулирования трудовой деятельности;
- Обеспечение условий труда, отдыха и быта;
- Оценка персонала;
- Обучение и переподготовка кадров;
- Отбор и продвижение кадров, организация маркетинга персонала;
- Оценка эффективности труда;
- Обеспечение участия персоналом и служащих в управлении предприятием.

Система управления персоналом и служащих в управлении предприятие включает в себя следующие подсистемы:

- Планирования, прогнозирования и маркетинга персонала;
- Оформление и учета кадров;
- Развития кадров;
- Трудовых отношений.

### 3.2. Проектирование численного и квалификационного состава работающих

Потребность предприятия в персонале должна планироваться по группам и категориям. Количественная характеристика персонала предприятия измеряется такими показателями как списочная, среднесписочная и явочная численность работников. Списочный состав отражает движение численности всех работников, постоянных и временных, прием на работу и увольнение с работы и др.

При планировании определяем качественный (квалификационный) и количественный состав основных и вспомогательных рабочих. При определении квалификации рабочего необходимо руководствоваться видом анализа и развитием средств стимулирования труда; обслуживаемого оборудования, сложностью выполнения работ и квалификационными справочниками.

Различают списочную и явочную численность рабочих, фактически участвующих в производственном процессе. Списочная численность рабочих включает всех постоянных и временных рабочих, имеющих трудовые договорные отношения с предприятием.

Расчет численности рабочих выполняем по формуле:

$$N_{ai} = H_i \cdot A_i \cdot C_i, \text{ где}$$

$H_i$  - норма обслуживания оборудования в смену, чел.;

$A_i$  - количество одновременно работающих однотипных агрегатов, шт.;

$C_i$  - число смен в сутки.

Списочное число рабочих определяем по формуле:

$$N_{сп.i} = H_i \cdot K_{сп}, \text{ где}$$

$K_{сп}$  - коэффициент списочного состава,

$$K_{сп} = T_n / T_d, \text{ где}$$

$T_n$  - номинальный фонд времени, сут;

$T_d$  - действительный фонд времени, сут.

Величина  $T_n$  и  $T_d$  определяются на основе баланса рабочего времени одного трудящегося по формуле:

$$T_n = (365 - B - П - П_n) \cdot 8 + П_n \cdot 7, \text{ где}$$

$B=52 \cdot 2=104$  - число выходных дней;

$П=9$  - число праздничных дней;

$П_n=8$  - число предпраздничных дней.

$$T_n = (365 - 104 - 9 - 8) \cdot 8 + 8 \cdot 7 = 2008 \text{ ч.}$$

Действительный фонд рабочего времени равен:

$$T_d = T_n - Н, \text{ где}$$

$Н$  - планируемые невыходы на работу (отпуска, невыходы по болезни, по выполнению государственных обязанностей, учебные отпуска).

Баланс рабочего времени основных рабочих представлен в таблице 28

Таблица 29 - Баланс рабочего времени основных рабочих

| Статья баланса                          | Фонд времени |      |
|---|--------------|------|
|   | сутки        | часы |
| Календарный фонд времени                | 365          | 2920 |
| Выходные дни                            | 104          | -    |
| Праздничные дни                         | 9            | -    |
| Предпраздничные дни                     | 8            | -    |
| Номинальный фонд времени                | 252          | 2008 |
| Плановые невыхода на работу             | 38           | 304  |
| В том числе:                            |              |      |
| основной и дополнительный отпуск        | 30(25)       | -    |
| по болезни                              | 7            | -    |
| выполнение государственных обязанностей | 1            | -    |
| отпуск учащихся                         | 1            | -    |
| Действительный фонд времени             | 213          | 1704 |
| Коэффициент списочного состава, $K_o$   | 1,18         |      |

Баланс рабочего времени вспомогательных рабочих представлен в таблице 30

Таблица 30 - баланс рабочего времени вспомогательных рабочих

| Статья баланса           | Фонд времени |      |
|--------------------------|--------------|------|
|                          | сутки        | часы |
| Календарный фонд времени | 365          | 2920 |
| Выходные дни             | 104          | -    |
| Праздничные дни          | 9            | -    |
| Предпраздничные дни      | 8            | -    |

## Окончание таблицы 30

| Статья баланса                          | Фонд времени |      |
|---|--------------|------|
| Номинальный фонд времени                | 252          | 2008 |
| Плановые невыхода на работу             | 34           | 272  |
| В том числе:                            |              |      |
| основной и дополнительный отпуск        | 24(21)       | -    |
| по болезни                              | 7            | -    |
| выполнение государственных обязанностей | 1            | -    |
| отпуск учащихся                         | 1            | -    |
| Действительный фонд времени             | 217          | 1736 |
| Коэффициент списочного состава, $K_o$   | 1,16         |      |

С учетом данных баланса рабочего времени рабочих выполняем расчет численности рабочих, который сводим в таблицу 31. Расчет Списочного состава вспомогательных рабочих приведен в таблице 32.



Таблица 31- Списочный состав рабочих

| Наименование отделений и профессий   | Тариф-<br>ный<br>разряд | Число смен в<br>сутки | Норма обслужи-<br>вания | Количес-<br>тво агре-<br>гатов | Количество рабочих |              |                |                 |
|--|-------------------------|-----------------------|-------------------------|--------------------------------|--------------------|--------------|----------------|-----------------|
|  |                         |                       |                         |                                | В<br>смену         | В су-<br>тки | Списоч-<br>ное | К <sub>сп</sub> |
| 1  | 2                       | 3                     | 4                       | 5                              | 6                  | 7            | 8              | 9               |
| I. Плавильное отделение<br>ДСП-3   |                         |                       |                         | 4                              |                    |              |                | 1,16            |
| 1. Плавильщик  | 5                       | 2                     | 1                       |                                | 4                  | 8            | 10             |                 |
| 2. Подручный   | 2                       | 2                     | 1                       |                                | 4                  | 8            | 10             |                 |
| 3. Завальщик   | 3                       | 2                     | 0,33                    |                                | 4                  | 8            | 10             |                 |
| 4. Шихтовщик   | 3                       | 2                     | 0,33                    |                                | 4                  | 8            | 10             |                 |
| 5. Заливщик  | 4                       | 2                     | 1                       | 3                              | 3                  | 6            | 8              |                 |
| Итого  |                         |                       |                         |                                | 19                 | 38           | 48             |                 |
| II. Формовочное отделение<br>Комплексная автоматизированная ли-<br>ния Л653С |                         |                       |                         | 2                              |                    |              |                | 1,16            |
| Оператор   | 4                       | 2                     | 1                       |                                | 2                  | 4            | 6              |                 |
| Итого  |                         |                       |                         |                                | 2                  | 4            | 6              |                 |
| III. Смесеприготовительное отделение<br>Шнековый смеситель                   |                         |                       |                         | 2                              |                    |              |                | 1,16            |
| Оператор   | 4                       | 2                     | 1                       |                                | 2                  | 4            | 6              |                 |
| Итого  |                         |                       |                         |                                | 2                  | 4            | 6              |                 |
| IV. Стержневое отделение<br>Автоматизированная стержневая ли-<br>ния Л250Х   |                         |                       |                         | 1                              |                    |              |                | 1,16            |

Окончание таблицы 31

| 1  | 2 | 3 | 4 | 5 | 6  | 7  | 8  | 9    |
|--|---|---|---|---|----|----|----|------|
| Оператор   | 4 | 2 | 2 |   | 2  | 4  | 6  |      |
| Итого  |   |   |   |   | 2  | 4  | 6  |      |
| V. Отделение выбивки, очистки и термообработки отливок |   |   |   |   |    |    |    | 1,16 |
| 1. Комплексная автоматизированная линия Л653С          |   |   |   | 2 |    |    |    |      |
| Оператор   | 4 | 2 | 1 |   | 2  | 4  | 6  |      |
| 2. Оборудование для обрубки литья.                     |   |   |   |   |    |    |    |      |
| Обрубщик   | 3 | 2 | 1 |   | 2  | 4  | 6  |      |
| 3. Оборудование для зачистки отливки                   |   |   |   | 3 |    |    |    |      |
| Оператор   | 4 | 2 | 1 |   | 3  | 6  | 8  |      |
| 4. Термическая печь                                    |   |   |   | 3 |    |    |    |      |
| Термист  | 4 | 2 | 2 |   | 4  | 8  | 10 |      |
| Итого  |   |   |   |   | 9  | 16 | 21 |      |
| Всего  |   |   |   |   | 34 | 66 | 87 |      |

Таблица 32- Списочный состав вспомогательных рабочих.

| Наименование профессии                                | Тарифный разряд | Число смен в сутки | Количество рабочих |         |           | К <sub>сп</sub> |
|---|-----------------|--------------------|--------------------|---------|-----------|-----------------|
|   |                 |                    | Явочное            |         | Списочное |                 |
|   |                 |                    | В смену            | В сутки |           |                 |
| Комплектовщик моделей                                 | 4               | 2                  | 1                  | 2       | 3         | 1,14            |
| Ковшевой  | 4               | 2                  | 3                  | 6       | 8         |                 |
| Маркировщик литья                                     | 1               | 2                  | 1                  | 2       | 3         |                 |
| Модельщик по ремонту моделей                          | 4               | 2                  | 2                  | 4       | 5         |                 |
| Контролёр   | 3               | 2                  | 2                  | 4       | 5         |                 |
| Лаборант  | 4               | 2                  | 2                  | 4       | 5         |                 |
| Весовщик  | 2               | 2                  | 1                  | 2       | 3         |                 |
| Водитель внутрицехового транспорта                    | 2               | 2                  | 2                  | 4       | 5         |                 |
| Крановщик   | 4               | 2                  | 4                  | 8       | 10        |                 |
| Кладовщик   | 3               | 2                  | 2                  | 4       | 5         |                 |
| Слесарь   | 4               | 2                  | 2                  | 4       | 5         |                 |
| Электрик  | 4               | 2                  | 3                  | 6       | 7         |                 |
| Футеровщик  | 4               | 2                  | 2                  | 4       | 5         |                 |
| Работник по подготовке шихты и формовочных материалов | 2               | 2                  | 2                  | 4       | 5         |                 |
| Стропальщик   | 3               | 2                  | 4                  | 8       | 10        |                 |
| Всего вспомогательных рабочих                         |                 |                    | 33                 | 66      | 84        |                 |

Таблица 33 – Штатное расписание ИТР, служащих и МОП

| Должность  | Количество,<br>чел. | Должностной<br>оклад, руб. | Сумма оклада с учетом район-<br>ного коэффициента, руб. |         |
|--|---------------------|----------------------------|---|---------|
|  |                     |                            | За месяц  | За год  |
| ИТР  |                     |                            |   |         |
| Начальник цеха                                     | 1                   | 52000                      | 57500   | 690000  |
| Зам. начальника цеха по<br>производству            | 1                   | 38000                      | 44000   | 552000  |
| Зам. начальника цеха по<br>подготовке производства | 1                   | 38000                      | 43200   | 552000  |
| Начальник планово-<br>диспетчерского бюро          | 1                   | 31800                      | 34500   | 414030  |
| Начальник технологиче-<br>ского бюро               | 1                   | 31000                      | 34500   | 414000  |
| Начальник бюро труда и<br>заработной платы         | 1                   | 31500                      | 34500   | 414000  |
| Начальник бюро техни-<br>ческого контроля          | 1                   | 28000                      | 30000   | 414000  |
| Старший мастер                                     | 4                   | 25000                      | 115000  | 1370000 |
| Мастер   | 7                   | 20000                      | 160000  | 1930000 |
| Старший энергетик                                  | 1                   | 25000                      | 28750   | 345100  |
| Главный механик                                    | 1                   | 25000                      | 28750   | 345000  |
| Итого  | 21                  | 323400                     | 562500  | 7440000 |

|      |      |          |         |      |
|------|------|----------|---------|------|
|      |      |          |         |      |
| Изм. | Лист | № докум. | Подпись | Дата |

ДП.44.03.04 155 ПЗ

Лист

60

| Служащие             |    |        |        |          |
|----------------------|----|--------|--------|----------|
| Табельщик            | 1  | 15000  | 17250  | 207000   |
| Секретарь            | 1  | 17000  | 19550  | 234600   |
| Бухгалтер            | 2  | 31200  | 69000  | 828000   |
| Завхоз               | 1  | 15700  | 17250  | 206000   |
| Экспедитор           | 1  | 12000  | 13800  | 163600   |
| Инструктор по кадрам | 1  | 20000  | 23000  | 276000   |
| Итого                | 7  | 109800 | 159850 | 1918200  |
| МОП                  |    |        |        |          |
| Курьер               | 1  | 10000  | 11500  | 138000   |
| Уборщик              | 4  | 10000  | 46000  | 523100   |
| Сторож               | 2  | 10000  | 34000  | 415000   |
| Итого                | 7  | 30000  | 91500  | 1104000  |
| ВСЕГО                | 34 | 444000 | 821675 | 10593200 |

Таблица 34 – Структура трудящихся в цехе

| Категория персонала            | Количество человек | Удельный вес в общей численности, % |
|--------------------------------|--------------------|-------------------------------------|
| Рабочие, всего<br>В том числе: |                    |                                     |
| • основные                     | 87                 | 40,2                                |
| • вспомогательные              | 84                 | 39,8                                |
| ИТР                            | 21                 | 10                                  |
| Служащие                       | 7                  | 3,3                                 |
| МОП                            | 7                  | 3,8                                 |
| Итого:                         | 185                | 100                                 |

## 4.2. Организация и планирование заработной платы

Расчёт фонда заработной платы:

$$T_{\text{ср}} = \sum_{i=1}^n T_{\text{ст.}i} \cdot \frac{N_i}{N_{\text{я}}},$$

Где  $T_{\text{ст.}i}$  - ставка рабочего  $i$ -го разряда;

$N_i$  – явочное число рабочих соответствующего разряда;

$N_{\text{я}}$  – явочное число рабочих данной группы.

Фонд заработной платы по каждой группе рабочих рассчитывается по формуле:

$$З_{т.ф} = Т_{ср} \cdot Н_{ч} \text{ (зарплата по ставке) и } З_{т.ф.с} = З_{т.ф} + \Delta З_{с},$$

где  $З_{т.ф.с}$  – зарплата сдельщиков;

$\Delta З_{с} = З_{т.ф} \cdot (К - 1)$  - приработок сдельщика (коэффициент выполнения норм выработки  $К$  можно принять в пределах 1,5-1,3);

$Н_{ч}$  – годовые затраты времени данных рабочих на программу.

$$Н_{ч} = N_{сп} \cdot Т_{д},$$

где  $N_{сп}$  – списочное число рабочих данной группы;

$Т_{д}$  – действительный фонд рабочего времени рабочего, ч.

Фонд основной заработной платы (за отработанное время) рабочих каждой группы рассчитывается по формуле:

$$З_{ос} = З_{т.ф.с} \cdot (1 + К_{пр} + К_{ст} + К_{ком} + К_{др}) \cdot К_{рн},$$

где  $К_{пр}$  – коэффициент премиальных затрат;

$К_{ст}$  – коэффициент стимулирующих доплат;

$К_{ком}$  – коэффициент компенсационных доплат;

$К_{др}$  – коэффициент прочих доплат;

$К_{рн}$  – районный коэффициент.

Дополнительная заработная плата вычисляется по формуле:

$$З_{доп} = \frac{З_{ос} \cdot К_{доп}}{100},$$

где  $К_{доп}$  – коэффициент дополнительной заработной платы.

Годовой фонд заработной платы основных и вспомогательных рабочих рассчитывается по формуле:

$$З_{г.ф} = З_{ос} + З_{доп}.$$

Результаты расчетов фонда заработной платы основных и вспомогательных рабочих приведены в таблице 35.

| Участок   | Количество рабочих, чел. | Средняя часовая ставка, руб. | Затраты времени на про-<br>грамму, чел. ч. | Зарплата за отработанное время, руб. |                           |             |                          |                            |         |                                    | Зарплата, руб.             |              |                                |                                 |
|---|--------------------------|------------------------------|--|--------------------------------------|---------------------------|-------------|--------------------------|----------------------------|---------|------------------------------------|----------------------------|--------------|--------------------------------|---------------------------------|
|   |                          |                              |  | По тариу                             | Приработок сдель-<br>щика | Премии      | Стимулирующие<br>доплаты | Компенсационные<br>доплаты | Итого   | С учетом районного<br>коэффициента | За неотработанное<br>время | Годовой фонд | Среднемесячная по<br>отделению | Среднемесячная на 1<br>рабочего |
| Плавильное отделе-<br>ние                                 | 25                       | 61                           | 80581                                      | 449846                               | 224928                    | 201335      | 101217                   | 67478                      | 1124815 | 112813                             | 286219                     | 122914       | 10271<br>7                     | 2139                            |
| Формовочное отде-<br>ление                                | 15                       | 52                           | 12110                                      | 62236                                | 33183                     | 27964       | 14032                    | 9355                       | 143891  | 16675                              | 39653                      | 189617       | 14326                          | 24134                           |
| Стержневое отделе-<br>ние                                 | 16                       | 52                           | 10230                                      | 53064                                | 25882                     | 22924       | 11852                    | 7563                       | 113608  | 14149                              | 33802                      | 14543        | 12227                          | 21312                           |
| Смесеприготовите-<br>льное отделение                      | 16                       | 52                           | 10230                                      | 53164                                | 20782                     | 22924       | 11672                    | 7673                       | 123508  | 142149<br>4                        | 33802                      | 14543        | 12227                          | 20112                           |
| Отделение выбивки,<br>очистки и термооб-<br>работки литья | 15                       | 57,5                         | 35899                                      | 205658<br>0                          | 103879<br>0               | 921911      | 45356                    | 308637                     | 4783874 | 550455                             | 13821                      | 55128        | 47036                          | 21550                           |
| Итого   | 87                       |                              |  |                                      |                           |             |                          |                            |         |                                    |                            | 25409        | 18834<br>19                    | 10686<br>4                      |
| Вспомогательные<br>рабочие                                | 84                       | 50,5                         | 14582<br>4                                 | 728411                               | 343406                    | 733841<br>1 | 175692                   | 109861                     | 1443212 | 167257<br>4                        | 334,12<br>9                | 171387       | 14216<br>6                     | 1692                            |
| Всего   | 171                      |                              |  |                                      |                           |             |                          |                            |         |                                    |                            | 389089<br>6  | 33068<br>5                     | 13429                           |

### 4.3 Отчисления в социальные фонды

Порядок уплаты страховых взносов во внебюджетные фонды определяется законом от 24.07.2009 № 212-ФЗ «О страховых взносах в Пенсионный фонд Российской Федерации, Фонд социального страхования Российской Федерации, Федеральный фонд обязательного медицинского страхования и территориальные фонды обязательного медицинского страхования» и частично федеральными законами о конкретных видах обязательного социального страхования. В 2013 г. применяются следующие ставки страховых взносов:

- отчисления в Федеральный фонд обязательного медицинского страхования (5,10 % от фонда заработной платы);
- отчисления в Фонд социального страхования Российской Федерации (2,90% от фонда заработной платы);
- отчисления в Пенсионный фонд Российской Федерации (22% от фонда заработной платы).

Отчисления в социальные фонды от фонда оплаты труда основных и остальных трудящихся приведены в таблице 35.

Таблица 36 - Отчисления в социальные фонды

| Фонд заработной платы                                     | Отчисления в фонд, руб. |                          |                         | Отчисления в социальные фонды, тыс. руб. |
|---|-------------------------|--------------------------|-------------------------|--|
|   | Пенсионный              | Медицинского страхования | Социального страхования |  |
| Основные рабочие по цеху (22564,06)                       | 4964                    | 11477                    | 64136                   | 52745                                    |
| Вспомогательные рабочие по цеху (17059,87)                | 3753                    | 870                      | 4837                    | 423187                                   |
| Управленческий и обслуживающий персонал по цеху (10462,2) | 2031,7                  | 5337                     | 30214                   | 23211                                    |

Данные по общему фонду заработной платы с учетом доплат из фонда потребления приведены в таблице 37.

|      |      |          |         |      |
|------|------|----------|---------|------|
|      |      |          |         |      |
| Изм. | Лист | № докум. | Подпись | Дата |

Таблица 37 – Общий фонд заработной платы по цеху, руб.

|                         | Фонд заработной платы, руб. | Виды оплаты из фонда потребления, руб. |                               |                     |                   |              |               | Общий фонд заработной платы, руб. |
|-------------------------|-----------------------------|--|-------------------------------|---------------------|-------------------|--------------|---------------|-----------------------------------|
|                         |                             | Единовременные премии                  | Вознаграждения за выслугу лет | Материальная помощь | Доплаты к отпуску | Оплата жилья | Другие оплаты |                                   |
| Основные рабочие        | 31041                       | 111320                                 | 115438                        | 64212               | 42428             | 107610       | 2351<br>4     | 252169                            |
| Вспомогательные рабочие | 17239                       | 84199                                  | 75869                         | 51230               | 32320             | 84919        | 1696<br>0     | 204314                            |
| ИТР, служащих и МОП     | 10462,2                     | 51811                                  | 46480                         | 31217               | 21412             | 51781        | 1184<br>2     | 1223415                           |
| ИТОГО                   | 49121                       | 230431                                 | 22278                         | 14676               | 95231             | 252131       | 5008<br>6     | 1514779                           |

#### 4.4 Расчет капитальных затрат и амортизационных отчислений

Прежде всего, определяем балансовую стоимость основных фондов, включающую в себя затраты:

- на возведение зданий и сооружений;
- на приобретение, доставку и монтаж оборудования;
- на приобретение технологической оснастки;
- на приобретение инструмента и инвентаря.

Стоимость здания литейного цеха принимаем 4000 рублей за 1 м<sup>3</sup>, стоимость бытовых помещений – 2500 рублей за 1 м<sup>3</sup>. Затраты на здание и бытовые помещения вычисляем по формулам:

$$C_{зд} = V_{зд} \cdot c_{зд},$$

$$C_{б.п.} = V_{б.п.} \cdot c_{б.п.},$$

где:  $V_{зд}$  и  $V_{б.п.}$  – объёмы здания и бытовых помещений, м<sup>3</sup>;

$c_{зд}$  и  $c_{б.п.}$  – удельная цена здания и помещений, тыс.руб/м<sup>3</sup>.



$$C_{\text{зд}} = 64600 \cdot 4000 = 258,4 \text{ млн. руб.}$$

$$C_{\text{бп}} = 8905 \cdot 4500 = 40,7 \text{ млн.руб.}$$

Расчёт затрат на приобретение, доставку, монтаж оборудования и подъёмно-транспортных механизмов выполняем по ведомости оборудования. Затраты на монтаж основного оборудования принимаем 10%. Затраты на приобретение и монтаж подъёмно-транспортного оборудования принимаем в размере 60% от стоимости технологического оборудования.

Затраты на инструмент и приспособления принимаем в количестве 300 руб. на 1 тонну годных отливок.

Стоимость хозяйственного инвентаря можно принять из расчета 1000 руб. на одного работающего.

Амортизационные отчисления определяются умножением нормы амортизации на балансовую стоимость основных фондов. Принимаем следующие значения норм амортизации:

- для зданий и сооружений – 2 %;
- для плавильных печей – 7 %;
- для технологического оборудования – 9 %;
- для подъёмно-транспортного оборудования – 10 %;
- для инструмента и оснастки – 50 %;
- для хозяйственного инвентаря – 10 %.

Результаты расчетов капитальных затрат и амортизационных отчислений приведены в таблице 38.

| Наименование  | Общая<br>площадь<br>м3 | Марка (мо-<br>дель) обо-<br>рудования | Ко-во,<br>шт. | Стоимость единицы оборудова-<br>ния |        |        | Общая<br>стои-<br>мость,р. | Амортизационные отчисле-<br>ния |         |           |
|---|------------------------|---------------------------------------|---------------|-------------------------------------|--------|--------|----------------------------|---------------------------------|---------|-----------|
|   |                        |                                       |               | цена,<br>тыс.р                      | монтаж |        |                            | Всего<br>тыс.р.                 | Норма,% | Сумма, р. |
|   |                        |                                       |               |                                     | %      | тыс.р. |                            |                                 |         |           |
| 1   | 2                      | 3                                     | 4             | 5                                   | 6      | 7      | 8                          | 9                               | 10      | 11        |
| Здания и сооружения   | 62700                  |                                       |               | 3                                   |        |        | 100000                     | 25840000                        | 2       | 3762      |
| Бытовые помещения   | 9405                   |                                       |               | 3                                   |        |        |                            | 40700000                        | 2       | 658       |
| Итого   | 72105                  |                                       |               |                                     |        |        |                            | 298472500                       |         | 4420      |
| Основное оборудование                                       |                        |                                       |               |                                     |        |        |                            |                                 |         |           |
| 1. Плавильная печь  |                        | ДСП-3                                 | 4             | 500                                 | 10     | 50     | 550                        | 4123200                         | 7       | 154       |
| 2.Автоматическаяформовочная<br>линия                        |                        | Л653С                                 | 2             | 1300                                | 10     | 130    | 1430                       | 85370                           | 9       | 257       |
| 3. Автоматическая стержневая ли-<br>ния                     |                        | Л250Х                                 | 1             | 1500                                | 10     | 150    | 1650                       | 760500                          | 9       | 148       |
| 4.Вихревой смеситель модели<br>S1420D для формовочной смеси |                        | S1420D                                | 1             | 430                                 | 10     | 43     | 473                        | 453                             | 9       | 42        |
| 6.Дробоментный барабан                                      |                        | 42236                                 | 1             | 270                                 | 10     | 27     | 297                        | 297                             | 9       | 26        |
| 7.Термическая печь  |                        | ДО-<br>24.30.10                       | 1             | 1500                                | 10     | 150    | 1650                       | 1550                            | 9       | 148       |
| 8.Рубильный молотки   |                        |                                       | 5             | 20                                  | 10     | 2      | 22                         | 110                             | 9       | 9         |
| 9.Выбивная решетка  |                        | 426                                   | 2             | 20                                  | 10     | 2      | 22                         | 44                              | 9       | 4         |
| Итого   |                        |                                       | 18            | 5910                                |        | 591    | 6201                       | 9691                            |         | 758       |
| Кран консольный   |                        |                                       | 1             | 1000                                | 60     | 600    | 1630                       | 1830                            | 10      | 158       |
| Итого   |                        |                                       | 1             | 1000                                |        | 600    | 1600                       | 1320                            |         | 156       |
| Инструмент и оснастка                                       |                        |                                       |               |                                     |        |        |                            | 12100                           | 50      | 750       |
| Хозяйственный инвентар                                      |                        |                                       |               |                                     |        |        |                            | 3210                            |         | 422       |
| Итого   |                        |                                       |               |                                     |        |        |                            | 5100                            |         | 10392     |
| Всего   |                        |                                       |               |                                     |        |        |                            | 16391                           |         | 7455      |

#### 4.5 Определение затрат и планирование себестоимости

В себестоимость продукции включаются следующие группы затрат:

- материальные затраты;
- затраты на оплату труда;
- отчисления на социальные нужды;
- амортизация основных фондов;
- прочие расходы.

Выделяют следующие категории затрат:

1) По роли в системе управления:

- производственные;
- непроизводственные.

2) По их динамике, соответствующей функциональным изменениям:

- переменные;
- постоянные.

Производственные затраты подразделяются на 4 категории:

1) Прямые затраты на материалы, которые входят в состав конечного

продукта, т.е. на шихтовые материалы;

Оплата прямого труда, т.е. зарплата основных рабочих (расходы на оплату труда основных рабочих и отчисления на социальные нужды);

2) Затраты на амортизацию, ремонт и обслуживание оборудования, технологическую энергию и топливо;

3) Накладные цеховые и заводские расходы.

Основная себестоимость продукции образуется из стоимости первых трех групп затрат.

Непроизводственные (общекорпоративные) затраты подразделяются на торговые, общие и административные. Они связаны с затратами на продажу

продукции и поставку сырья, оплату заводской администрации, судебные издержки т.п.

Сумма производственных и непроизводственных затрат образует полную себестоимость.

Переменные затраты (VC) изменяются в целом и прямо пропорционально выпуску продукции (выпуску литья в тоннах). К ним относятся следующие затраты:

- на основные и вспомогательные материалы;
- на оплату труда (полные затраты на оплату труда основных рабочих);
- на технологическую энергию (топливо);
- на социальные нужды;
- на инструмент.

Постоянные затраты не зависят от объема производства (выпуска продукции). К ним относятся следующие затраты:

- на оплату труда вспомогательных рабочих, управленческого и обслуживающего персонала;
- амортизацию зданий, сооружений, оборудования и оснастки;
- ремонт оборудования и оснастки.

Затраты на ремонт и эксплуатацию оборудования приведены в таблице 39. Цеховые расходы приведены в таблице 40. Калькуляция себестоимости 1 тонны отливок приведена в таблице 41.

Таблица 39 -Смета расходов на ремонт и эксплуатацию оборудования

| Наименование статьи затрат                             | Сумма,руб. | Примечание                      |
|--|------------|---------------------------------|
| Эксплуатация оборудования                              | 300124     | 1% от стоимости оборудования    |
| Текущий ремонт оборудования                            | 3112       | 5% от стоимости оборудования    |
| Внутрипроизводственное перемещение груза               | 89         | 5 руб на 1 тонну годного литья  |
| Износ малоценного и быстроизнашивающегося оборудования | 341        | 15 руб на 1 тонну годного литья |
| Прочие расходы   | 1630       | 10 % от общей суммы расходов    |
| Итого:   | 4310,4     |                                 |

Таблица 40 - Смета цеховых расходов

|      |      |          |         |      |                    |      |
|------|------|----------|---------|------|--------------------|------|
|      |      |          |         |      | ДП.44.03.04 155 ПЗ | Лист |
|      |      |          |         |      |                    | 69   |
| Изм. | Лист | № докум. | Подпись | Дата |                    |      |

| Статья затрат   | Цена 1 т литья |                 | Сумма на всю программу, тыс.руб. |
|---|----------------|-----------------|----------------------------------|
|   | Количество     | Сумма, тыс.руб. |                                  |
| 1. Затраты на оплату вспомогательных рабочих, управленческого и обслуживающего персонала                      | 2,1            | 1,34            | 3234,13                          |
| 2. Отчисления на социальные нужды   |                | 0,34            | 6769,22                          |
| 3. Амортизация здания и инвентаря   |                | 0,31            | 6580,54                          |
| 4. Затраты на НИОКР, рационализаторство и изобретательство (8% от основной зарплаты производственных рабочих) |                | 0,12            | 2175,17                          |
| 5. Расходы на охрану труда (10% от основной зарплаты производственных рабочих)                                |                | 0,13            | 2718,97                          |
| 6. Стоимость вспомогательных материалов   |                | 107,10          | 179654,60                        |
| Итого   |                | 106,67          | 213062,63                        |
| 7. Транспортный налог (1% от цехового фонда заработной платы)   |                | 0,39            | 599,54                           |
| 8. Прочие расходы (15% от суммы всех предыдущих расходов)   |                | 21,21           | 31809,40                         |
| Итого цеховых расходов  |                | 152,57          | 252315,58                        |

Таблица 41 - Калькуляция себестоимости 1 тонны годных отливок

| Статья затрат                     | Ед. измерения | На 1 т литья |         |                | На программу |              |
|-----------------------------------|---------------|--------------|---------|----------------|--------------|--------------|
|                                   |               | Кол-во       | Цена,р. | Сумма,тыс.руб. | Кол-во       | Сумма, тыс.р |
| 1. Сырье и основные материалы     |               |              |         |                |              |              |
| Стальной лом                      | т             | 0,971        | 18      | 17,478         | 17478        | 314604       |
| Стружка в брикетах                | т             | 0,00068      | 1,5     | 0,00102        | 12           | 18           |
| Чугун перedefьный                 |               | 0,047        | 11      | 0,517          | 846          | 9306         |
| Итого                             | т             | 1,60868      |         | 18,15          | 28956        | 326628       |
| 2. Возвраты производства          | т             | 0,08         |         |                | 1403,73      |              |
| Угар и безвозвратные потери       | т             | 0,024        |         |                | 432          |              |
| Итого за вычетом угара и возврата | т             | 1,5          |         | 12,1           | 27120,27     |              |
| 3. Оплата труда основных рабочих  | тыс.руб.      |              |         | 2,431          |              | 43750,647    |
| 4. Отчисления на социальные нужды | тыс.руб.      |              |         | 0,405          |              | 7290,56      |
| 5. Технологическая электроэнергия | кВт*ч         | 3,8          | 1,45    | 4640           | 80000        | 99180        |
| 6. Энергия на технические нужды:  |               |              |         |                |              |              |
| вода                              | м3            | 0,15         | 7,21    | 1,0815         | 3750         | 19467        |
| воздух                            | м3            | 0,004        | 6       | 0,024          | 260          | 432          |

## Окончание таблицы 41

|  |  |  |  |       |  |               |
|--|--|--|--|-------|--|---------------|
| 7.Расходы на подготовку и освоение производства  |  |  |  | 10,69 |  | 192394        |
| 8. Расходы на ремонт и эксплуатацию оборудования |  |  |  | 0,12  |  | 208476        |
| 9. Отчисление на амортизацию                     |  |  |  | 0,37  |  | 6590          |
| Основная себестоимость                           |  |  |  | 11,85 |  | 1819910<br>2  |
| Цеховые расходы                                  |  |  |  | 13,58 |  | 2432755<br>7  |
| Цеховая себестоимость                            |  |  |  | 22,53 |  | 441516,<br>58 |
| Общезаводские расходы                            |  |  |  | 1,38  |  | 24952,5<br>6  |
| Производственная себестоимость                   |  |  |  | 51,44 |  | 9044573       |
| Непроизводственные расходы                       |  |  |  | 0,76  |  | 1361919       |
| Полная себестоимость                             |  |  |  | 49,2  |  | 9831649<br>2  |

#### 4.6 Расчет плановых постоянных и переменных затрат

Постоянные затраты складываются из следующих составляющих:

$$FC = FC_1 + FC_2 + FC_3 + FC_4 + FC_5 + FC_6 + FC_7 + FC_8;$$

где:  $FC_1$  – отчисления на амортизацию оборудования, зданий и сооружений;

$FC_2$  – отчисления на эксплуатацию и ремонт оборудования;

$FC_3$  – затраты на оплату вспомогательных рабочих, управленческого и обслуживающего персонала, плюс отчисления на социальные нужды;

$FC_4$  – затраты на НИОКР, рационализаторство и изобретательство;

$FC_5$  – расходы на охрану труда;

$FC_6$  – прочие цеховые расходы;

$FC_7$  – общезаводские расходы;

$FC_8$  – непроизводственные расходы.

Значения затрат берутся из соответствующих статей калькуляции себестоимости и сметы цеховых расходов.

$$FC = 6580 + 3950,96 + 39933,35 + 2175,17 + 2718,97 + 244475,57 + 24912,56 + 13619,19 = 338365,77 \text{ тыс.р.}$$

Средние удельные постоянные расходы равны:  $AFC = FC/M$ , где  $M$  – годовой выпуск годного литья по программе цеха, т.

$$AFC = 338365,77 / 18000 = 18,8 \text{ тыс.р./т.}$$

Далее производим расчёт переменных затрат по формуле:

$$VC = VC_1 + VC_2 + VC_3 + VC_4 + VC_5 + VC_6,$$

где  $VC_1$  – суммарные затраты на сырьё и основные материалы;

$VC_2$  – затраты на оплату труда основных рабочих и отчисления на социальные нужды;

$VC_3$  – затраты на технологическую энергию;

$VC_4$  – затраты на техническое использование воды и сжатого воздуха;

|      |      |          |         |      |                    |      |
|------|------|----------|---------|------|--------------------|------|
|      |      |          |         |      | ДП.44.03.04 155 ПЗ | Лист |
| Изм. | Лист | № докум. | Подпись | Дата |                    | 73   |



$VC_5$  – затраты на вспомогательные материалы;

$VC_6$  – транспортный налог.

Данные для расчёта переменных расходов берутся из соответствующих статей таблицы 32.

$VC = 163270,74 + 33958,96 + 94887,35 + 17394,9 + 160654,60 + 603,54 = 470770,09$  тыс.р.

Средние удельные переменные расходы (на 1 т годного литья) равны:  
 $AVC = VC/M,$

$AVC = 470770,09 / 18000 = 26,15$  тыс.р./т.

Общие годовые затраты равны:  $TC = FC + VC$ , то есть:

$TC = 338365,77 + 470770,09 = 809135,86$  тыс. р.

Общие средние удельные затраты равны полной себестоимости годного литья:

$ATC = AFC + AVC,$

$ATC = 18,8 + 26,15 = 44,95$  тыс. р./т.

#### 4.7. Ценообразование

При установлении цен на продукцию используют следующие методы ценообразования:

- обеспечение безубыточности и получение прибыли;
- установление цены, исходя из ценности товара;
- ориентацию на издержки производства.

Рассчитаем цену по формуле:

$P = 1,9 \cdot S,$

где:  $S$  – себестоимость тонны годного литья, тыс. р.;

$P = 1,9 \cdot 51,2 = 97,3$  тыс. р.

Примем цену на тонну годного литья из сплава СЧ25, равную 110000 р.

Доход от продаж определим по формуле:

$D = P \cdot Q,$

где:  $D$  – доход от продаж, тыс. р.;

$P$  – цена продукции, р.;

$Q$  – объем производства, т.

$$D = 110 \cdot 18000 = 1980000 \text{ тыс. р.}$$

Прибыль определим по формуле:

$$\Delta\Pi = D - B.З.,$$

где:  $B.З.$  – валовые затраты = полной себестоимости, тыс.р.

$$\Delta\Pi = 1980000 - 921564,92 = 1058435,08 \text{ тыс.р.}$$

#### 4.8. Расчет коммерческой эффективности проекта

Примем расчетный срок реализации проекта – 3 года, т.е. 12 кварталов.

Сооружение цеха проходит в несколько этапов. Строительство здания – три первых квартала. В первом квартале расходуется 30 % капитальных затрат на строительство здания, во втором – 30 % и в третьем квартале – 40 %. Приобретение и монтаж оборудования, подъемно-транспортных средств, приобретение оснастки, хозяйственного инвентаря и прочих средств осуществляется в 3, 4 и 5 кварталах. В третьем квартале расходуется 20 % средств, в четвертом квартале – 60 % и в пятом квартале – 20 %.

Выпуск литья начинается в четвертом квартале, принятую мощность  $M_{\text{пр.кв}}$  (выпуск литья  $M_{\text{пр.г}} = 18000$  т,  $M_{\text{пр.кв}} = M_{\text{пр.г}} / 4 = 18000 / 4 = 4500$  т) начинают достигать с шестого квартала. В четвертом квартале выпуск литья будет составлять  $M_{\text{пр.кв}} \cdot 0,5 = 4500 \cdot 0,5 = 2250$  т; в пятом квартале -  $M_{\text{пр.кв}} \cdot 0,75 = 4500 \cdot 0,75 = 3375$  т; в шестом и последующих кварталах -  $M_{\text{пр.кв}} = 4500$  т. Для начала реализации проекта требуется прирост оборотных фондов на создание в третьем квартале необходимых запасов основных и вспомогательных материалов.

Таблица 42 – Распределение необходимых инвестиций в основные и оборотные средства

| Адрес инвестиций                      | Инвестиции по кварталам, млн.р. |      |      |     |     |   |       |
|---------------------------------------|---------------------------------|------|------|-----|-----|---|-------|
|                                       | 1                               | 2    | 3    | 4   | 5   | 6 | Всего |
| 1. Строительство здания               | 72,3                            | 68,3 | 78,4 | -   | -   | - | 219   |
| 2. Приобретение и монтаж оборудования | -                               | -    | 2,9  | 8,8 | 4,3 | - | 16    |
| 3. Прирост оборотных фондов           | -                               | -    | 2    | -   | -   | - | 2     |
| Итого                                 | 72,3                            | 68,3 | 83,3 | 8,8 | 4,3 | - | 237   |

В таблице приняты следующие обозначения: ИОК<sub>1</sub> – капитальные затраты на строительство здания и бытовых помещений; ИОК<sub>2</sub> – капитальные затраты на приобретение и монтаж оборудования.

Общий объём необходимых инвестиций равен:

$$\text{ИОК} = \text{ИОК}_1 + \text{ИОК}_2 + \text{ИПО},$$

где ИПО – инвестиции на прирост оборотных средств.

Оперативный план производства приведен в таблице 33. Примем объём собственных средств ИФС = 0,6 · ИОК. Остальные средства в объёме 0,4 · ИОК распределяются между привлеченными и заемными средствами, т.е. ИОК = ИФС + ИФП<sub>р</sub> + ИФ<sub>з</sub>.

Таблица 43 – Оперативный план производства

| Показатель                            | Кварталы |   |   |      |      |      |      |      |           |
|---------------------------------------|----------|---|---|------|------|------|------|------|-----------|
|                                       | 1        | 2 | 3 | 4    | 5    | 6    | 7    | 8    | 9-12      |
| 1. Рыночный потенциал цеха, т.        | -        | - | - | 2250 | 2250 | 4500 | 4500 | 4500 | 1800<br>0 |
| 2. Цена 1 тонны годного литья, тыс.р. | -        | - | - | 110  | 110  | 110  | 110  | 110  | 110       |
| 3. Объём продаж, тыс.т.               | -        | - | - | 2250 | 2250 | 3500 | 3500 | 4500 | 1800<br>0 |

|  |   |   |   |       |       |      |      |       |      |
|--|---|---|---|-------|-------|------|------|-------|------|
| 4. Доля предприятия в отрасле-<br>вом рынке            | 0 | 0 | 0 | 0,5   | 0,75  | 1    | 1    | 1     | 1    |
| 5. Объём производства, тыс.т.                          | - | - | - | 2,625 | 3,937 | 5,25 | 5,25 | 5,250 | 5,25 |
| 6. Запасы литья на складе на<br>конец квартала, тыс. т |   |   |   | 0,125 | 1,687 | 1,75 | 1,75 | 0,75  | 3    |

Привлеченные средства получают за счет выпуска и продажи обычных акций.

Заемный капитал предполагает возврат средств и выплату процентов. Преимуществом использования заемных средств является исключение процентных выплат за кредит из валовой прибыли, при расчете налогооблагаемой прибыли. Примем ставку на кредит – 100 % годовых (25 % в квартал) с поквартальной выплатой,  $ИФП_p = 0,25 \cdot ИОК$  и  $ИФ_z = 0,15 \cdot ИОК$ .

В таблице 42 приведены источники финансирования.

Таблица 44 – Источники финансирования

| Наименование источника   | Распределение вложений по кварталам, млн р. |      |      |      |     |   |       |
|--------------------------|---|------|------|------|-----|---|-------|
|                          | 1   | 2    | 3    | 4    | 5   | 6 | Всего |
| 1. Собственные средства  | 72,3  | 68,3 | 78,4 | -    | -   | - | 219   |
| 2. Привлеченные средства | -   | -    | -    | 29   | -   | - | 29    |
| 3. Заемные средства      | -   | -    | 5,3  | 5,3  | 5,3 | - | 15,9  |
| Итого                    | 72,3  | 68,3 | 83,7 | 34,3 | 5,3 | - | 263,9 |

План привлечения и погашения кредитных средств приведен в таблице 45.

Таблица 45 - План привлечения и погашения кредитных средств

| Наименование операции                         | Распределение по кварталам, млн р. |     |       |       |       |       |       |
|---|------------------------------------|-----|-------|-------|-------|-------|-------|
|   | 3                                  | 4   | 5     | 6     | 7     | 8     | 9-12  |
| 1. Привлечение кредита                        | 5,3                                | 5,3 | 5,3   | -     | -     |       | -     |
| 2. Погашение кредита                          | -                                  | -   | -     | -     | -     | -     | 15,9  |
| 3. Финансовые издержки<br>(процент за кредит) | -                                  | -   | 2,385 | 2,385 | 2,385 | 2,385 | -     |
| Итого   |                                    | 5,3 | 7,685 | 2,385 | 2,385 | 2,385 | 20,14 |

При реализации проекта осуществляются три вида деятельности: инвестиционная, операционная и финансовая. В каждом из этих видов деятельности можно выделить притоки и оттоки денежных средств.

Инвестиционная деятельность – это деятельность предприятия по вкладыванию собственных средств и привлечению чужих средств.

Операционная деятельность – деятельность по производству продукции.

Финансовая деятельность связана с привлечением собственного капитала, кредитов, с погашением задолженностей по кредитам, с выплатами дивидендов.

Данные по операционной, финансовой деятельности приведены в таблицах 46, 47.

Таблица 46 – Данные по инвестиционной деятельности

| Наименование показателя                | Распределение по кварталам, млн.р. |  |  |   |  |  |  |  |     |
|--|------------------------------------|--|--|---|--|--|--|--|-----|
|  |                                    |  |  |   |  |  |  |  | -12 |
| Поступления от продажи активов (акций) |                                    |  |  | 5 |  |  |  |  |     |
| Затраты на приобретение активов        |                                    |  |  |   |  |  |  |  |     |

Таблица 47 – Данные по финансовой деятельности

| Наименование показателя | Распределение по кварталам, млн.р |      |      |     |     |   |  |  |     |
|-------------------------|-----------------------------------|------|------|-----|-----|---|--|--|-----|
|                         |                                   |      |      |     |     |   |  |  | -12 |
| Собственный капитал     | 72,3                              | 68,3 | 78,4 | -   | -   | - |  |  |     |
| Заемные средства        |                                   |      | ,3   | 5,3 | 5,3 |   |  |  |     |
| Излишек средств         | 2,3                               | 8,3  | 83,7 | ,3  | ,3  |   |  |  |     |

Таблица 48 – Данные по операционной деятельности

| Показатель                                   | Распределение по кварталам |         |         |         |         |         |         |
|--|----------------------------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|
|  | 1-3                        | 4       | 5       | 6       | 7       | 8       | 9 – 12  |
| 1. Объем производства, т.                    | -                          | 2625    | 3937    | 5250    | 5250    | 5250    | 5250    |
| 2. Цена продукции, тыс.р./т.                 | -                          | 110     | 110     | 110     | 110     | 110     | 110     |
| 3. Доход от продаж, млн.р.                   | -                          | 288,75  | 433,07  | 577,5   | 577,5   | 577,5   | 2310    |
| 4. Налог на добавленную стоимость, млн.р.    | -                          | 49,5    | 74,25   | 99      | 99      | 99      | 396     |
| 5. Налоги и сборы, млн.р.                    | -                          | 3,7125  | 5,56875 | 7,425   | 7,425   | 7,425   | 29,7    |
| 6. Валовые затраты, млн.р.                   | -                          | 115,2   | 172,8   | 230,4   | 230,4   | 230,4   | 921,6   |
| 7. Валовая прибыль, млн.р.                   | -                          | 82,8    | 124,2   | 165,6   | 185,6   | 165,6   | 662,4   |
| 8. Резервный фонд, млн.р.                    | -                          | 7,81541 | 11,6305 | 15,4317 | 15,0643 | 15,0643 | 59,5482 |
| 9. Резервный фонд нарастающим итогом, млн.р. | -                          | 66,3944 | 95,3702 | 123,454 | 105,45  | 105,45  | 387,064 |
| 10. Фонд развития, млн.р.                    | -                          | 4,88194 | 11,6305 | 19,2896 | 37,6607 | 37,6607 | 186,088 |

Налог на добавленную стоимость (НДС) принят 20 % от дохода, а налоги и сборы взяты в размере 1,5 % от дохода. Отчисления в резервный фонд являются обязательными. Начиная с 4 квартала, примем отчисления в резервный фонд 10 % от чистой прибыли. Фонд потребления до 7 квартала примем равным нулю. С 7 квартала отчисления в фонд потребления составят 10 % от чистой прибыли.

Накопление резервного фонда производится до тех пор, пока он не достигнет 15 % от уставного капитала. Пока не будет обеспечена положительная разница между притоком и оттоком денежных средств, весь фонд накопления будет направляться на реализацию проекта.

Валовая прибыль определяется по формуле

$$ВП = 0,8Д - ВЗ,$$

|      |      |          |         |      |
|------|------|----------|---------|------|
|      |      |          |         |      |
| Изм. | Лист | № докум. | Подпись | Дата |

ДП.44.03.04 155 ПЗ

Лист

79

где ВЗ – валовые затраты с учетом отчислений по %-м ставкам за кредит.

Расчет чистой прибыли производится по формуле:

$$\text{ЧП} = \frac{(\text{ВП} - \text{НС}) \cdot \left(1 - \frac{\text{НП}}{100}\right)}{1 - (1 - K_1 - K_2) \cdot \frac{\text{НП}}{100}},$$

где ВП – валовая прибыль, млн.р.;

НС – сумма налогов и сборов, млн.р.;

НП – налог на прибыль, млн.р.;

$K_1$  и  $K_2$  – доли от чистой прибыли, отчисляемые в фонд потребления и дивиденды, млн.р. (значения приведены в таблице 47).

Таблица 49 – Значения коэффициентов  $K_1$  и  $K_2$

| Коэффициент | Квартал |      |     |     |     |      |
|-------------|---------|------|-----|-----|-----|------|
|             | 4       | 5    | 6   | 7   | 8   | 9-12 |
| $K_1$       | 0       | 0    | 0   | 0,2 | 0,2 | 0,3  |
| $K_2$       | 0,03    | 0,05 | 0,2 | 0,2 | 0,3 | 0,2  |

Налогооблагаемую прибыль определим по формуле:

$$\text{НОП} = \text{ВП} - \text{НС} - \text{РФ} - \text{ФР},$$

где ФР-фонд развития (примем его равным фондом накопления ФН),

РФ-резервный фонд.

Резервный фонд рассчитываем по формуле:

$$\text{ФР} = 0,1 \cdot \text{ЧП}.$$

Фонд потребления рассчитываем по формуле:

$$\text{ФП} = K_1 \cdot \text{ЧП}.$$

Отчисления на дивиденды рассчитываем по формуле:

$$\text{Д} = K_2 \cdot \text{ЧП}.$$

Фонд накопления (фонда развития) рассчитываем по формуле:

$$\text{ФН} = \text{ЧП} - \text{ФР} - \text{Д}.$$

В таблице 50 приведены данные по притокам и оттокам денежных средств в первые 12 кварталов реализации проекта.



| Наименование показателя                                     | Кварталы   |       |       |          |         |         |         |         |         |
|---|--|-------|-------|----------|---------|---------|---------|---------|---------|
|   | 1  | 2     | 3     | 4        | 5       | 6       | 7       | 8       | 9 – 12  |
| 1. Чистый денежный поток, млн.р.                            |  |       |       | 71,4535  | 200,806 | 385,539 | 543,332 | 701,125 | 845,923 |
| 2. Коэффициент дисконта $\alpha_t$                          | 1  | 0,855 | 0,731 | 0,624    | 0,534   | 0,452   | 0,39    | 0,335   | 0,178   |
| 3. Чистый дисконтированный поток, млн.р.                    | 0  | 0     | 0     | 87,3     | 181,1   | 267,6   | 313,1   | 339,5   | 309,9   |
| 4. Чистый дисконтированный поток нарастающим итогом, млн.р. | 0  | 0     | 0     | 87,3     | 268,4   | 536     | 849,1   | 1188,6  | 1498,5  |
| Денежные потоки, млн р.                                     | Денежные потоки в кварталы инвестиционного периода, млн.р. |       |       |          |         |         |         |         |         |
|   | 1  | 2     | 3     | 4        | 5       | 6       | 7       | 8       | 9-12    |
| I. Операционная деятельность                                |  |       |       |          |         |         |         |         |         |
| 1. Приток наличности  |  |       |       | 71,4535  | 200,806 | 385,539 | 543,332 | 701,125 | 845,923 |
| 2. Погашение задолженности за кредит                        |  |       |       |          |         |         |         |         |         |
| 3. Расходы на основные средства                             | -66,3  | -66,3 | -93,7 | 30,3     | -5,3    |         |         |         |         |
| 4. Погашение задолженностей за кредит                       |  |       |       |          |         |         |         |         | 15,9    |
| 5. Чистый денежный поток                                    | -66,3  | -66,3 | -93,7 | 101,7535 | 195,506 | 385,539 | 543,332 | 701,125 | 861,823 |
| II. Финансовая деятельность                                 |  |       |       |          |         |         |         |         |         |
| Приток<br>6. Собственный капитал                            | 66,3   | 66,3  | 88,4  | 2,9358   | -       | -       | -       | -       | -       |
| 7. Заемные средства   |  |       | 5,3   | 5,3      | 5,3     | -       | -       | -       | -       |
| 8. Чистый денежный поток                                    | 66,3   | 66,3  | 93,7  | 8,24     | 5,3     | -       | -       | -       | -       |
| III. Инвестиционная деятельность                            |  |       |       |          |         |         |         |         |         |
| Приток<br>9. Поступления от продажи активов (акций)         | -  | -     | -     | 25       | -       | -       | -       | -       | -       |

|                              |   |   |   |        |         |         |         |         |         |
|------------------------------|---|---|---|--------|---------|---------|---------|---------|---------|
| 10. Чистый денежный поток    | - | - | - | 25     | -       | -       | -       | -       | -       |
| 11. Излишек средств          | 0 | 0 | 0 | 134,99 | 200,806 | 385,539 | 543,332 | 701,125 | 861,823 |
| 12. Суммарная потребность    | 0 | 0 | 0 | 0      | 0       | 0       | 0       | 0       | 0       |
| 13. Сальдо на конец квартала | 0 | 0 | 0 | 134,99 | 335,8   | 721,334 | 1264,67 | 1965,79 | 2827,61 |

Таблица 51 – Дисконтированные значения инвестиций

| Наименование показателя                                    | Инвестиции по кварталам |         |         |         |         |
|--|-------------------------|---------|---------|---------|---------|
|  | 1                       | 2       | 3       | 4       | 5       |
| 1. Суммарные инвестиции, млн.р.                            | 66,3                    | 66,3    | 93,7    | 30,3    | 5,3     |
| 2. Дисконтирующий множитель, $\alpha_t$                    | 1                       | 0,855   | 0,731   | 0,624   | 0,533   |
| 3. Дисконтированные инвестиции, млн.р.                     | 66,3                    | 56,6865 | 68,4947 | 18,9072 | 2,6419  |
| 4. Дисконтированные инвестиции на растающим итогом, млн.р. | 66,3                    | 122,987 | 191,481 | 210,388 | 242,213 |

#### 4.9 Показатели эффективности

Показателями эффективности проекта являются:

1) чистый дисконтированный доход (ЧДД) в конце периода (9 – 12 кварталы). ЧДД определяется как разность данных по чистому дисконтированному эффекту  $S$  и данных по дисконтированным значениям инвестиций на конец периода  $K$ :

$$\text{ЧДД} = S - K,$$

где  $S$  – суммарное дисконтированное значение денежного потока в конце периода;

$K$  – суммарное дисконтированное значение инвестиций.

$$\text{ЧДД} = 1542,5 - 214,221 = 1285,287 \text{ млн.р.}$$

2) индекс доходности (ИД) определяется по формуле:

$$\text{ИД} = S/K,$$

$$\text{ИД} = 1542,5 / 214,221 = 6,34$$

ИД > 1, следовательно проект считается эффективным.

4) срок окупаемости проекта определяем по графику (рисунок 1).

#### Рисунок 1 – Окупаемость проекта

В нашем случае срок окупаемости составляет почти 5 кварталов.

4) доля собственных средств предприятия в проекте составляет:

$$(178,1 / 243,2) \cdot 100\% = 54 \, \%.$$

5) точка безубыточности – это значение минимального объёма выпуска продукции, при котором достигается «нулевая валовая прибыль» (доход от продажи равен издержкам производства). Точка безубыточности рассчитывается по формуле:

$$Q_{\text{кр}} = FC / (P - AVC),$$

где FC – постоянные затраты, млн.р.;

P – цена одной тонны годного литья, млн.р.;

AVC – средние удельные переменные расходы, млн.р.

$Q_{кр} = 474308,2 / (220 - 37,6) = 2600,4 \text{ т} < 23000 \text{ т}$ , т.е. выпуск отливок превышает точку безубыточности.

В таблице 51 приведены технико-экономические показатели проекта.

Таблица 52 - Техничко-экономические показатели цеха

| Показатели                        | Единица измерения | Величина показателей |
|-----------------------------------|-------------------|----------------------|
| 1. Годовой выпуск продукции       | т.                | 23000                |
| 2. Выход годного                  | %                 | 74,5                 |
| 3. Численность работающих, всего  | чел.              | 239                  |
| в том числе: основных             | чел.              | 119                  |
| вспомогательных                   | чел.              | 81                   |
| ИТР                               | чел.              | 21                   |
| Служащих                          | чел.              | 10                   |
| МОП                               | чел.              | 8                    |
| 4. Фонд основной заработной платы | тыс.руб.          | 57445,8              |
| 5. Капитальные вложения           | тыс.руб.          | 293384,8             |
| 6. Себестоимость                  | тыс.руб.          | 2619472,3            |
| 7. Прибыль                        | тыс.руб.          | 2440527,7            |
| 8. ЧДД                            | млн.руб.          | 1265,7               |
| 9. ИД                             |                   | 6,4                  |
| 10. Срок окупаемости              | год               | ≈1,25                |

В данной части дипломного проекта были проведены расчеты эффективности проекта. Было рассчитано количество рабочих, фонды заработной платы, затраты на строительство здания и приобретение оборудования. Мы

рассчитали полную себестоимость продукции, как на годовую программу, так и на одну тонну отливок.

Проанализировав расчеты, мы можем сделать вывод, что разрабатываемое производство является прибыльным.

## **4. БЕЗОПАСНОСТЬ И ЭКОЛОГИЧНОСТЬ ПРОЕКТА**

### **4.1 Безопасность труда**

Литейное производство характеризуется наличием большого количества вредных и опасных производственных факторов, имеющих на всех участках производственного процесса. Неудовлетворительное состояние охраны труда оказывает влияние не только на трудящихся, непосредственно занятых на этом предприятии, но и на окружающую его среду. Для создания нормальных условий труда, предотвращения несчастных случаев и профессиональных заболеваний, большое значение имеет общее устройство предприятия. Внедрение в производство автоматизации на наиболее вредных и опасных для здоровья людей участках позволяет отказаться от применения ручного труда. Строгое разграничение производственных участков исключает воздействие факторов технологического процесса одного участка на рабочих другого участка, так как помещения участков изолированы друг от друга.

В литейном цехе находятся опасные и вредные производственные факторы, такие как:

- повышенная запыленность и загазованность воздуха рабочей зоны;
- электрический ток;
- шум;
- вибрация;
- тепловое излучение.

При проектировании данного цеха необходимо учесть данные факторы и предпринять меры по улучшению условий труда и защитить рабочих от травматизма. Это возможно за счет следующих изменений:

- установления автоматических формовочных и стержневых линий;

|      |      |          |         |      |                    |      |
|------|------|----------|---------|------|--------------------|------|
|      |      |          |         |      | ДП.44.03.04 155 ПЗ | Лист |
| Изм. | Лист | № докум. | Подпись | Дата |                    | 86   |

- ограждение механизмов и рабочих площадок;
- повышения уровня пожарной безопасности производства путем разработки методов оценки пожарной безопасности оборудования, материалов, технологии и комплексных мер по усилению пожарной профилактики;
- звукоизоляции вытяжных и приточных вентиляционных установок и другого оборудования, создающего шум.

#### 4.1.1 Характеристика производства

В проектируемом цехе имеются следующие вредные производственные факторы по ГОСТ 12.0.003-74:

1) Повышенная загазованность воздуха рабочей зоны. Присутствует на участках:

- Плавки – выделение легкоплавких и легко испаряемых элементов;
- Смесеприготовления (при приготовлении связующего)

2) Повышенная запылённость воздуха проявляется на участках:

- Подготовки шихтовых и формовочных материалов;
- Смесеприготовления;
- Выбивки отливок;
- Обчистки и обрезки.

3) Повышенная температура воздуха рабочей зоны имеется на участках:

- Плавки (от индукционных тигельных плавильных печей и заливочных ковшей);

- Термообработки отливок (от термических печей).

4) Повышенный уровень шума наиболее характерен для участков:

- Выбивки отливок;
- Обрезки и зачистки отливок.

Шум значительно снижает работоспособность, вызывает раздражения, ухудшает действие слуховых органов, влияет на нервную и сердечно-сосудистую систему.

5) Повышенный уровень вибрации характерен для участков:

- Выбивки отливок;
- Обрезки и зачистки отливок.

6) Повышенная подвижность воздуха. Имеется на всей территории цеха, обеспечивается естественной вентиляцией и работой искусственной вентиляции.

#### 4.1.2 Вентиляция

Отопление, вентиляция и кондиционирование воздуха соответствует требованиям СНиП 41-01-03 .

Воздух, удаленный из здания цеха системами местной и общей вытяжной вентиляции, содержащий вредные вещества подвергается очистке, с помощью мокрых пылеуловителей и рукавных фильтров.

Предельно-допустимые концентрации вредных веществ (ПДК) в воздухе рабочей зоны регламентируется ГН 2.2.5.1313-03. Предельно-допустимые концентрации вредных веществ (ПДК) в воздухе рабочей зоны приведены в таблице 53.

Таблица 53 – Предельно-допустимые концентрации вредных веществ в воздухе рабочей зоны

| Наименование вещества  | ПДК, мг/м <sup>3</sup> |
|--|------------------------|
| Кремнесодержащая пыль:   |                        |
| кремния двуокись кристаллическая при содержании её в пыли от 2 до 10 %;  | 4                      |
| кремния двуокись кристаллическая при содержании её в пыли от 10 до 70 %. | 2                      |
| Пыль содержащая оксиды железа  | 4 – 6                  |
| Оксид углерода   | 20                     |
| Углеводороды   | 300                    |
| Оксид азота  | 2                      |

В проектируемом цехе производятся следующие мероприятия по оздоровлению воздушной среды:

- склад формовочных и стержневых материалов оснащен вытяжными аппаратами, так как он характеризуется большим выделением пыли;
- плавильное отделение размещается с подветренной стороны здания, чтобы предотвратить попадания дымовых газов и нагретого воздуха в другие отделения цеха, кроме того, печи оборудованы эффективными устройствами для очистки отходящих газов;
- на участках ремонта и сушки ковшей, установлена местная вытяжная вентиляция с эффективной очисткой отсасываемого воздуха;
- заливочная площадка формовочной линии оборудована верхними боковыми отсосами на всю длину рабочей площадки до начала охлаждающего кожуха;
- участок охлаждения форм оборудован сплошным вентиляционным кожухом с торцевыми проемами и патрубками для удаления газов;
- формовочная и стержневая смесь готовится в смесителе;
- выбивная решетка оборудована укрытием;
- отделение финишных операций снабжено местными отсосами и укрытиями;
- в цехе предусмотрены изолированные комнаты отдыха для рабочих;
- рабочие обеспечены спецодеждой, обувью и средствами индивидуальной защиты в соответствии с нормами по ГОСТ 12.4.011-89.

#### 4.1.3 Производственный микроклимат

Одним из основных условий труда на предприятии является обеспечение необходимого микроклимата для рабочих. На проектируемом предприятии существует множество источников тепловыделения. К ним относятся: индукционные тигельные печи, расплавленный металл в процессе разливки в

|      |      |          |         |      |                    |      |
|------|------|----------|---------|------|--------------------|------|
|      |      |          |         |      | ДП.44.03.04 155 ПЗ | Лист |
|      |      |          |         |      |                    | 89   |
| Изм. | Лист | № докум. | Подпись | Дата |                    |      |



формы, отливки в процессе остывания, термические печи и остывающие ковши.

Проектируемый цех поудельному тепловыделению относится к горячему, так как тепловыделения превышают  $23,26 \text{ Вт/м}^2$ . Параметры метеорологических условий (температура воздуха, относительная влажность и скорость движения воздуха) регламентируются СанПиН 2.2.4.548-96.

Допустимая величина показателей микроклимата на рабочих местах производственных помещений приведена в таблице ??.

Таблица 54 – Допустимая величина показателей микроклимата на рабочих местах производственных помещений

| Период года | Категория работ по уровню энергозатрат | Величина энергозатрат | Температура воздуха, °С           |                                   | Температура поверхностей, °С | Относительная влажность воздуха, % | Скорость движения воздуха, м/с                              |   |
|-------------|--|-----------------------|-----------------------------------|-----------------------------------|------------------------------|------------------------------------|---|---|
|             |  |                       | Диапазон ниже оптимальных величин | Диапазон выше оптимальных величин |                              |                                    | Для диапазона температур ниже оптимальных величин, не более | Для диапазона температур выше оптимальных величин |
| холодный    | Пб                                     | 233 - 290             | 15,0 - 16,9                       | 19,1 - 22,0                       | 14,0 - 23,0                  | 15 - 75                            | 0,2   | 0,4   |
| теплый      | Пб                                     | 233 - 290             | 16,0 - 18,9                       | 21,1 - 27,0                       | 15,0 - 28,0                  | 15 - 75                            | 0,2   | 0,5   |

В цехе проводятся следующие мероприятия для установления необходимого микроклимата:

- автоматизация и дистанционные управления процессами;
- теплоизоляция нагретых поверхностей оборудования, установка экранов у печей;
- для рабочих предусмотрены комнаты отдыха и обеспечение средствами защиты в соответствии с ГОСТ 12.1.011-89;
- в цехе предусмотрена приточно-вытяжная вентиляция и воздушное отопление, совмещенное с ней.

|      |      |          |         |      |
|------|------|----------|---------|------|
|      |      |          |         |      |
| Изм. | Лист | № докум. | Подпись | Дата |

ДП.44.03.04 155 ПЗ

Предельно допустимые величины показателей микроклимата в рабочих местах регламентируются по СанПиН 2.2.4.548-96.

#### 4.1.4 Производственное освещение

Важное значение в проектируемом цехе имеет обеспечение правильного освещения.

В проектируемом цехе предусматривается естественное и искусственное освещение в соответствии с СНиП 23-05-95\*, необходимое для создания благоприятных условий выполнения работы, прохода людей и движения транспорта.

По условиям гигиены труда необходимо как можно больше использовано естественное освещение. В проектируемом цехе это осуществляется через оконные проемы и световые фонари.

В местах выпуска металла из печи, на участках заливки и формовки предусмотрено аварийное освещение с использованием люминесцентных ламп, минимальная освещенность которых 10 лк.

В цехе предусмотрено переносное освещение, так как стационарным освещением невозможно создать нормируемый уровень освещенности.

Мостовые краны оборудованы подкрановым освещением, которое выполнено лампами накаливания.

Для общего освещения производственных помещений применяются газоразрядные источники света люминесцентные лампы типа ЛХБ.

Для местного освещения используются светильники ПВЛП. Имеющие две лампы, что даст возможность уменьшить пульсацию суммарного светового потока светильника.

Рассчитаем необходимое количество светильников по формуле:

$$N = E \cdot K_3 \cdot S \cdot Z / n \cdot \Phi_{\text{л}} \cdot \eta,$$

где  $E$  – нормируемая освещенность, лк;

$K_3$  – коэффициент запаса;

$S$  – освещаемая площадь,  $\text{м}^2$ ;

|      |      |          |         |      |                    |      |
|------|------|----------|---------|------|--------------------|------|
|      |      |          |         |      | ДП.44.03.04 155 ПЗ | Лист |
| Изм. | Лист | № докум. | Подпись | Дата |                    | 91   |

$Z$ – коэффициент неравномерности освещения;

$n$ – количество ламп в светильнике;

$\Phi_m$ – световой поток выбранной лампы, лм;

$\eta$  – коэффициент использования светового потока.

$N = 200 \cdot 1,8 \cdot 8500 \cdot 1,2 / 2 \cdot 19000 \cdot 0,48 = 202$  лампы.

Для освещения цеха необходимо установить 202 лампы высокого давления типа ДРЛ.

#### 4.1.5 Производственный шум

В проектируемом цехе наибольший уровень шума наблюдается на участках, выбивки и в отделениях финишных операций.

Допустимая величина шума в цехе согласно СН 2.2.4/2.1.8.562-96 – 80дБА.

Для снижения уровня шума в цехе предусматриваем следующие мероприятия:

- применение автоматизированных линий с низким уровнем шума;
- системы вентиляции и местных отсосов снабжены

шумопоглощающими устройствами;

- кожух выбивной решетки снабжаем внутренней облицовкой из звукопоглощающих материалов;
- производим звукоизоляцию стенок дробеметной камеры;
- применение средств индивидуальной защиты от шума

(противошумные заглушки «беруши», наушники противошумные ВЦНИИ-ОТ-1) по ГОСТ 12.4.011-89 .

#### 4.1.6 Производственная вибрация

В проектируемом цехе источником общей вибрации является сотрясение пола и других конструкторских элементов здания вследствие ударного действия выбивных решеток.

|      |      |          |         |      |                    |      |
|------|------|----------|---------|------|--------------------|------|
|      |      |          |         |      | ДП.44.03.04 155 ПЗ | Лист |
|      |      |          |         |      |                    | 92   |
| Изм. | Лист | № докум. | Подпись | Дата |                    |      |

Допускаемая величина общей вибрации в цехе, согласно СН 2.2.4/2.1.8.566-96.

Предпринимаем следующие меры по устранению вибрации и уменьшению ее вредного явления:

- исключением ручного пневмотранспорта;
- с целью снижения вредного воздействия локальной вибрации используется специальные рукавицы с прокладкой по ГОСТ 12.4.002-97;
- с целью снижения вредного воздействия общей вибрации используется специальная виброзащитная обувь по ГОСТ 12.4.024-76.

#### **4.1.7 Электробезопасность**

Наличие в цехе электрического оборудования предусматривает выполнение правил электробезопасности, несоблюдение которых может привести к поражению электрическим током.

В цехе приняты следующие мероприятия по обеспечению безопасности труда:

- все токоведущие части электрических устройств и оборудования имеют изоляцию, а так же специальные ограждения;
- все корпуса электродвигателей, а также металлические части, которые могут оказаться под воздействием тока, заземлены в соответствии с ГОСТ 12.1.030-96.
- организован периодический контроль состояния электрооборудования и изоляции;
- электроустановки снабжены автоматической блокировкой, которая исключает включение оборудования при его неисправности, а также сигнализацией о его включении/выключении.
- оборудование снабжается предохранительными устройствами, которые обесточивают его защиту при коротком замыкании.

Защита персонала цеха от воздействия электрического тока предусматривается согласно ГОСТ 12.1.019-96.

|      |      |          |         |      |
|------|------|----------|---------|------|
|      |      |          |         |      |
| Изм. | Лист | № докум. | Подпись | Дата |

ДП.44.03.04 155 ПЗ

#### 4.1.8 Пожарная безопасность

Литейное производство отличается повышенной пожарной опасностью, которая обусловлена в большей степени применением металлических материалов в расплавленном виде.

Общие требования пожарной безопасности предусматривает ГОСТ 12.1.004-96.

Для предупреждения возникновения пожаров необходимо соблюдать следующие правила:

- Нельзя оставлять на рабочем месте масляных тряпок и других материалов, которые могут самовоспламеняться;
- Курить в цехе можно только в специально отведённых для этой цели местах;
- Необходимо следить за тем, чтобы изоляция электропроводки цеха и переносных электроламп не была повреждённой.

В цехе проводятся следующие мероприятия по пожарной профилактике:

правильная эксплуатация оборудования и внутрицехового транспорта;

правильное содержание зданий и территорий;

инструктаж по пожарной безопасности;

профилактические осмотры технологического оборудования;

использование систем вентиляции;

правильное размещение противопожарного оборудования (ящики с песком, пожарный кран с рукавом, огнетушители типа ОП-4) и его содержание;

в цехе предусмотрена пожарная сигнализация;

обеспечена безопасная эвакуация людей при пожаре.

Проектируемый цех имеет следующие противопожарные приспособления:

для тушения электрооборудования – углекислотные огнетушители,

|      |      |          |         |      |                    |      |
|------|------|----------|---------|------|--------------------|------|
|      |      |          |         |      | ДП.44.03.04 155 ПЗ | Лист |
|      |      |          |         |      |                    | 94   |
| Изм. | Лист | № докум. | Подпись | Дата |                    |      |

асбестовые и войлочные полотна;  
на плавильном участке имеется песок для тушения металлов;  
для тушения возгорания газа применяют углекислый газ и порошковые огнетушители;

в пожароопасных местах имеются таблички, запрещающие использование открытого огня.

в цехе имеется пожарная сигнализация;  
для вызова пожарной команды служит кнопочная и автоматическая сигнализация. На видных местах вывешены планы эвакуации людей.

В заключении можно сказать, что проектируемый цех чугунного литья производительностью 21000 тонн полностью соответствует всем требованиям по организации и обеспечению безопасного труда, а именно: производственные процессы, сопровождающиеся шумом, вибрацией, а также выделением пыли и вредных газов, изолированы друг от друга, размещены в разных пролетах и отделены стенкой. Производство литейных формы и стержней осуществляться на автоматических линиях, исключаяющих ручной труд, предохраняющих рабочих от травматизма и улучшающих условия труда; участок выбивки отливок из форм на автоматической линии оснащен устройствами для разделения опок, что значительно уменьшает шум и вибрацию. на предприятии проводятся организационно-профилактические мероприятия – все работающие проходят инструктаж: вводный, первичный, внеочередной на рабочем месте и повторный, а также регулярное прохождение медосмотров;

Проводимые в цехе мероприятия по охране труда работников позволяют сократить число несчастных случаев и профессиональных заболеваний. В цехе во всех производственных отделениях предусмотрены помещения для отдыха рабочих.

Таким образом, внедрение данного проекта позволит снизить функциональные затраты рабочих за счет улучшения характера и условий труда

|      |      |          |         |      |                    |      |
|------|------|----------|---------|------|--------------------|------|
|      |      |          |         |      | ДП.44.03.04 155 ПЗ | Лист |
|      |      |          |         |      |                    | 95   |
| Изм. | Лист | № докум. | Подпись | Дата |                    |      |

#### 4.1.9Безопасность при ЧС

Оценка устойчивости работы проектируемого объекта при взрыве.

Устойчивость работы объекта в чрезвычайных ситуациях определяется его способностью выполнять свои функции в этих условиях, а также приспособленностью к восстановлению в случае повреждения. Под устойчивостью объекта понимается способность объекта выпускать установленные виды продукции в условиях чрезвычайных ситуаций (взрывов, пожаров и т.д.), а также приспособленность этого объекта к восстановлению в случае повреждения.

В качестве критериев оценки физической устойчивости приняты:

- при воздействии ударной волны - избыточные давления, при которых элементы производственного корпуса не разрушаются (не повреждаются) или получают такие повреждения, при которых они могут быть восстановлены в короткие сроки;
- при воздействии светового или теплового излучения – максимальные значения световых (тепловых) импульсов, при которых не происходит загорание материалов, сырья, оборудования, зданий и сооружений;
- при воздействии вторичных факторов поражения - избыточного давления, при котором происходящие разрушения и повреждения не приводят к авариям, пожарам, взрывам, затоплениям, смерти людей, выходу из строя средств производства.

Оценка физической устойчивости объекта производится последовательно по воздействию каждого поражающего фактора, а также вторичных факторов поражения.

Эта оценка включает:

- воздействие ударной волны на элементы объекта;
- возможность возникновения пожаров;

|      |      |          |         |      |                    |      |
|------|------|----------|---------|------|--------------------|------|
|      |      |          |         |      | ДП.44.03.04 155 ПЗ | Лист |
|      |      |          |         |      |                    | 96   |
| Изм. | Лист | № докум. | Подпись | Дата |                    |      |

- воздействие вторичных поражающих факторов.

Определение физической устойчивости элементов объекта производится по избыточным давлениям во фронте ударной волны от 5 кПа и кончая давлением, разрушающим данный элемент.

Пример оценки устойчивости элементов объекта к воздействию ударной волны показан в таблице 55.

Таблица 55 – Оценка устойчивости объекта к воздействию ударной волны

| Наименование элементов объекта                | Степень разрушения и избыточное давление |                     |           |                     |          |                     |
|---|--|---------------------|-----------|---------------------|----------|---------------------|
|   | сильное                                  |                     | среднее   |                     | слабое   |                     |
|   | кПа                                      | кгс/см <sup>2</sup> | кПа       | кгс/см <sup>2</sup> | кПа      | кгс/см <sup>2</sup> |
| Здание промышленное с железобетонным каркасом | 60-50                                    | 0,6-0,5             | 50-40     | 0,5-0,4             | 40-20    | 0,4-0,2             |
| Крановое оборудование                         | 70-50                                    | 0,7-0,5             | 50-30     | 0,5-0,3             | 30-20    | 0,3-0,2             |
| Трубопроводы подземные стальные               | 2000                                     | 20-15               | 1500-1000 | 15-10               | 1000-600 | 10-6                |
| Смотровые колодцы                             | 1000                                     | 10                  | 300       | 3                   | 200      | 2                   |
| Наземные                                      | 130                                      | 1,3                 | 50        | 0,5                 | 20       | 0,2                 |
| Открытые склады                               | 200                                      | 2                   | -         | -                   | -        | -                   |

Рассмотрим пути повышения устойчивости функционирования наиболее важных технических систем объекта.

1) Системы водоснабжения. При чрезвычайных ситуациях, как правило, все элементы этой системы не могут быть выведены из строя одновременно. При проектировании системы водоснабжения необходимо предусмотреть меры их защиты в чрезвычайных ситуациях. Ответственные элементы системы водоснабжения следует размещать ниже поверхности земли, что повысит их устойчивость.

2) Системы электроснабжения. Для повышения устойчивости этих систем в первую очередь целесообразно заменить воздушные линии электропередач на кабельные (подземные) сети, предусмотреть автономные резервные источники электропитания объекта.

Основным средством повышения устойчивости сооружения от воздействия ударной волны является повышение прочности и жёсткости конструкций.



Значительное внимание необходимо уделять защите рабочих и служащих, для чего на территории объекта: строятся убежища и укрытия, предназначенные для защиты персонала; создаётся и поддерживается в постоянной готовности система оповещения рабочих и служащих объекта, а также проживающего вблизи населения о возникновении ЧС.

В данном проекте предусмотрены мероприятия по автоматизации и механизации технологического процесса, выполнение нормативных требований по шуму, вибрации, пыли, микроклимату, освещённости и т.п. Это способствует улучшению условий труда, безопасности труда и здоровью работающих людей. Приняты решения по поводу рациональных режимов труда и отдыха. Ведь известно, что здоровье и безопасные условия труда благотворно влияют на самочувствие и работоспособность людей, содействуют повышению производительности труда.

## **4.2 Экологичность проекта**

### **4.2.1 Глобальные экологические проблемы современности**

Главная особенность современного экологического кризиса – его глобальный характер. Он распространяется и угрожает охватить всю планету. Среди глобальных экологических проблем можно отметить следующие:

- Увеличение парникового эффекта;
- Уничтожены и продолжают уничтожаться тысячи видов растений и животных;
- В значительной мере истреблен лесной покров;
- Стремительно сокращается имеющийся запас полезных ископаемых;
- Мировой океан не только истощается в результате уничтожения живых организмов, но и перестает быть регулятором природных процессов;
- Атмосфера во многих местах загрязнена до предельно допустимых размеров, а чистый воздух становится дефицитом;
- Частично нарушен озоновый слой, защищающий от губительного для всего живого космического излучения;

- Загрязнение поверхности и обезображивание природных ландшафтов.

Человек сегодня вовлекает в производство и потребление такое количество вещества и энергии, которое в сотни раз превышает его биологические потребности. Ежедневно добывается и перерабатывается около 300 млн тонн вещества и материалов, сжигается 30 млн тонн топлива, изымается из рек и других источников около 2 млрд м<sup>3</sup> воды, потребляется более 65 млрд м<sup>3</sup> кислорода.

Сложность современной экологической ситуации связана также с тем, что человечество не в состоянии отказаться от достижений технического прогресса и от использования природных ресурсов.

С позиции экологии, литейное производство является одним из самых опасных. Отходы литейного производства и выбросы в атмосферу пагубно влияют на экологическое равновесие. На атмосферный воздух приходится более 70% всех вредных воздействий литейного производства. При производстве одной тонны отливок из стали и чугуна выделяется около 60 кг пыли, от 70 кг до 250 кг оксидов углерода, 1,5-2 кг оксидов серы и азота и до 1,5 кг других вредных веществ (фенола, формальдегида, ароматических углеводородов, аммиака, цианидов). В водный бассейн поступает до 3000 м<sup>3</sup> сточных вод и вывозится в отвалы до 6 тонн отработанных формовочных смесей. В то же время без литейного производства невозможно представить себе современную промышленность. Однако целью модернизации литейных производств должно быть, прежде всего, не извлечение выгоды, а максимально возможное снижение вредного влияния литейных производств на окружающую среду. Задачей нашего проекта является разработка цеха, при работе которого, природные ресурсы будут использоваться наиболее эффективно, с наименьшими затратами и потерями для окружающей среды и самого человека, а также будут применяться современные методы для снижения выбросов вредных веществ, влияющих на окружающую природную среду, то есть должна соблюдаться общая экологическая безопасность проекта.

#### 4.2.2 Анализ связей технологического процесса изготовления отливок из чугуна с экологическими системами

Проектируемый цех ориентирован на изготовления отливок из чугуна для машиностроения с годовым выпуском 21000 тонн. Плавка металла осуществляется в ДСП-3, работающих на электричестве. Литъё ведётся в формы на основе холоднотвердеющей смеси (ХТС), состоящей из кварцевого песка, смолы и регенерата.

Анализ взаимодействия технологического процесса изготовления отливок с экологическими системами представлен в виде схемы (рисунок 2).

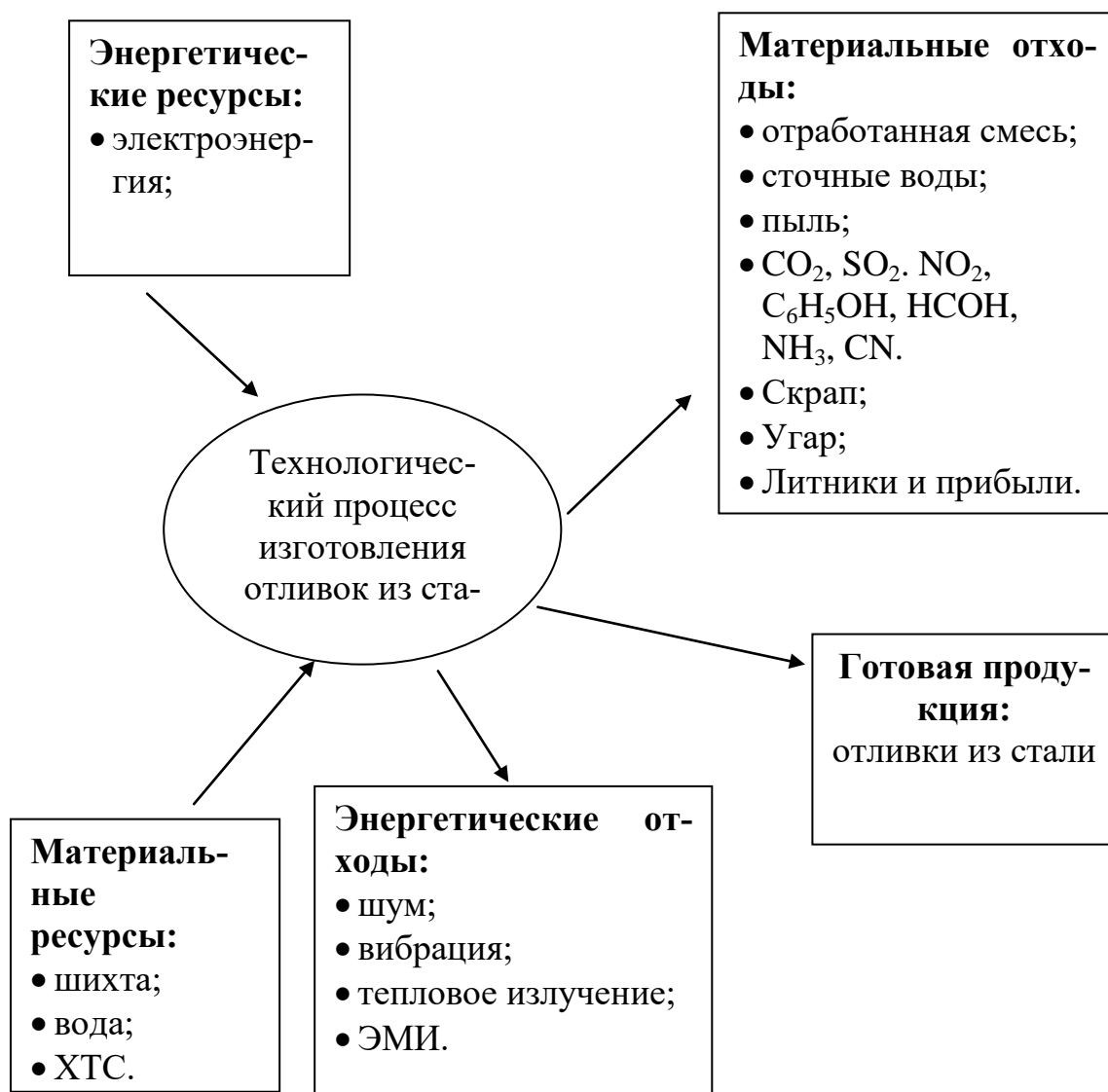


Рисунок 2 – Схематехнологического процесса изготовления отливок

В ходе технологического процесса изготовления отливок образуются следующие виды отходов:

Материальные, подразделяются на:

- твердые – скрап, угар, литники и прибыли, пыль, отработанная смесь;
- жидкие – сточные воды;
- газообразные –  $\text{CO}_2$ ,  $\text{SO}_2$ ,  $\text{NO}_2$ ,  $\text{C}_6\text{H}_5\text{OH}$ ,  $\text{HCOH}$ ,  $\text{NH}_3$ ,  $\text{CN}$ .

К энергетическим отходам относятся: шум, вибрация, тепловые выбросы и электромагнитное излучение.

Источниками энергетических отходов является все оборудование, используемое в проектируемом литейном цехе.

Основное выделение твердых отходов связано с операциями транспортировки, смесеприготовления, изготовления форм и стержней, а так же выбивки, обрубки и очистки отливок.

Жидкие отходы образуются в результате охлаждения оборудования, приготовления и увлажнения формовочной и стержневой смеси, а так же очистки отливок.

Газообразные отходы образуются при изготовлении форм и стержней, изготовлении смеси, а так же плавке, заливки и охлаждении металла.

Анализ технологического процесса свидетельствует о его незамкнутом характере, поскольку существуют связи с внешней средой при использовании сырья, энергии, выходе готовой продукции и получении различных видов отходов.

#### **4.2.3 Основные требования экологизации проекта**

Основными требованиями экологизации проекта являются – соблюдение предельно допустимых концентраций (ПДК) вредных веществ выбрасываемых цехом а так же предельно допустимых уровней (ПДУ) вредных воздействий.

|      |      |          |         |      |                    |      |
|------|------|----------|---------|------|--------------------|------|
|      |      |          |         |      | ДП.44.03.04 155 ПЗ | Лист |
|      |      |          |         |      |                    | 101  |
| Изм. | Лист | № докум. | Подпись | Дата |                    |      |

Таблица 56 – ПДК вредных веществ, выбрасываемых цехом

| Вещество  | ПДК         |
|---|-------------|
| В атмосферном воздухе, мг/м <sup>3</sup> (максимально разовая/среднесуточная) |             |
| Пыль нетоксичная  | 0,5/0,15    |
| Оксид углерода  | 3/1         |
| Диоксид серы  | 0,5/0,05    |
| Фенол   | 0,012/0,008 |
| Формаотленид  | 0,035/0,03  |
| Аммиак  | 0,02/0,04   |
| Цианид  | 0,01/0,005  |
| В воде водоемов, г/м <sup>3</sup>   |             |
| Взвешенные вещества   | 20          |
| Сульфаты  | 500         |
| Хлориды   | 350         |
| Фенол   | 20          |
| Цианид  | 35          |

Таблица 57 – ПДУ вредных воздействий

| Показатели технологического процесса (параметрические загрязнения) | Ед. измерения     | Нормируемое значение |
|--|-------------------|----------------------|
| Электромагнитное излучение,  | Гц                | 50                   |
| Напряженность электрического поля                                  | кВ/м              | 5                    |
| Напряженность магнитного поля                                      | А/м               | 8                    |
| Вибрация   | дБ                | 85                   |
| Шум  | дБ                | 75                   |
| Тепловое излучение   | Вт/м <sup>2</sup> | 70                   |

#### 4.2.4 Пути экологизации производства

Сравнив основные материально-энергетические показатели технологического процесса с ПДК вредных веществ и с ПДУ вредных воздействий некоторых показателей технологического процесса, можно сделать вывод, что необходимо принять меры по экологизации производства. Для обеспечения экологичности производства необходимо:

- 1) Применить эффективное пылеулавливающее оборудование для улавливания выброса нетоксичной пыли.
- 2) Применить газовые отсосы для удаления вредных газообразных веществ. А так же применить эффективные установки для улавливания газообразных веществ выбрасываемых цехом.

|      |      |          |         |      |
|------|------|----------|---------|------|
|      |      |          |         |      |
| Изм. | Лист | № докум. | Подпись | Дата |

ДП.44.03.04 155 ПЗ

Лист

102

3) Создать замкнутый технологический процесс, при котором будет отсутствовать выброс отходов в атмосферу, образующихся на промежуточных стадиях производства. Применить установки для регенерации отработанной формовочной и стержневой смеси, а так же применить замкнутый водооборот.

#### 4.2.5 Предложения по экологизации технологического процесса

Для создания малоотходно производства предусматриваются следующие мероприятия:

- Установка современных автоматических формовочных и стержневых линий;
- Улавливание пыли установками с рукавным фильтром;
- Улавливание газообразных вредных веществ газовыми отсосами и очистка вентиляционного воздуха абсорбционно-биохимическими установками;
- Создание замкнутого технологического процесса;
- Очистка воды в установках «Альфа 8М».

Установка современных автоматических и формовочных линий позволит уменьшить вредное воздействие шума, вибрации и теплового излучения до ПДУ, а так же понизит общий расход электроэнергии.

Использование установки с рукавным фильтром повысит пылеулавливаемость до 99,5%. Таким образом, выброс пыли уменьшится до 0,49 мг/м<sup>3</sup>, что соответствует нормам ПДК.

Установка газовых отсосов поспособствует улавливанию газообразных веществ. Применение абсорбционно-биохимических установок позволит очистить вентиляционный воздух от вредных веществ до 99,8%. При этом количество вредных газообразных выбросов составит: оксида углерода до 1,14 мг/м<sup>3</sup>, диоксида серы до 0,02 мг/м<sup>3</sup>, диоксида азота до 0,02 мг/м<sup>3</sup>, фенола до 0,007 мг/м<sup>3</sup>, формальдегида до 0,0074 мг/м<sup>3</sup>, аммиака до 0,01 мг/м<sup>3</sup>, цианида до 0,005 мг/м<sup>3</sup>, что значительно ниже их норм ПДК. Создание замкнутого

|      |      |          |         |      |                    |      |
|------|------|----------|---------|------|--------------------|------|
|      |      |          |         |      | ДП.44.03.04 155 ПЗ | Лист |
| Изм. | Лист | № докум. | Подпись | Дата |                    | 103  |

технологического процесса, при котором скрап, брак и другой возврат собственного производства (литники и прибыли) будут отправляться на переплавку, что позволит сократить потребность в пополнении запасов сырья и основных материалов на 26%, то есть на 8422,5 тонны в год.

Отработанная формовочная и стержневая смесь при замкнутом технологическом процессе будет отправляться на регенерацию. При этом безвозвратные потери смеси составят около 15% в год от общей массы смеси, то есть 13096,4 тонн в год. Это позволит сократить потребность в пополнении запасов песка примерно на 85% или на 74212,9 тонн в год.

Применение замкнутого водооборота, при котором используемая вода не сбрасывается в водоем, а очищается физико-химическим методом и снова направляется в цех. При этом безвозвратные потери воды составят 8% в год от общего оборота воды, то есть 43200 м<sup>3</sup> в год. Это позволит сократить потребность в изъятии пресной воды из рек и водоемов на 92% или на 496800 м<sup>3</sup> в год. Использование установки «Альфа 8М» позволит очистить воду от вредных веществ до 99,9%. Таким образом, количество выбросов составит: взвешенных веществ до 0,429 г/м<sup>3</sup>, сульфатов до 1,229 г/м<sup>3</sup>, хлоридов до 0,629 г/м<sup>3</sup>, фенола до 0,1 г/м<sup>3</sup> и цианида до 0,1 г/м<sup>3</sup>, что значительно ниже норм ПДК.

Планируемые выбросы вредных веществ представлены в таблице 58.

Таблица 58 – Планируемые выбросы вредных веществ

| Вещество                               | Образующееся | Улавливаемое | Выбрасываемое |
|--|--------------|--------------|---------------|
| Выбросы в атмосферу, мг/м <sup>3</sup> |              |              |               |
| Пыль нетоксичная                       | 86,4         | 85,97        | 0,43          |
| Оксид углерода                         | 571,5        | 570,36       | 1,14          |
| Диоксид серы                           | 5,31         | 5,29         | 0,02          |
| Диоксид азота                          | 6,82         | 6,80         | 0,02          |
| Фенол                                  | 3,63         | 3,623        | 0,007         |
| Формальдегид                           | 3,7          | 3,6926       | 0,0074        |
| Аммиак                                 | 5,05         | 5,04         | 0,01          |
| Цианид                                 | 2,445        | 2,44         | 0,005         |
| Выбросы в водоемы, г/м <sup>3</sup>    |              |              |               |
| Взвешенные вещества                    | 429          | 428,571      | 0,429         |
| Сульфаты                               | 1229         | 1227,771     | 1,229         |

| Вещество                                | Образующееся | Улавливаемое | Выбрасываемое |
|---|--------------|--------------|---------------|
| Выбросы в атмосферу, мг/м <sup>3</sup>  |              |              |               |
| Хлориды                                 | 629          | 628,371      | 0,629         |
| Фенол                                   | 100          | 99,9         | 0,1           |
| Энергетические выбросы                  |              |              |               |
| Шум, дБ                                 | 70-80        | 5            | 65-75         |
| Вибрация, дБ                            | 80-90        | 75           | 75-85         |
| Тепловое излучение, Вт/м <sup>2</sup>   | 23,26        | 3,26         | 20            |
| Электромагнитное излучение, Гц          | 50           | 0            | 50            |
| Напряженность электрического поля, кВ/м | 380          | 0            | 380           |
| Напряженность магнитного поля, А/м      | 3,26         | 0            | 3,26          |

Таким образом, экологическая эффективность данного проекта достигается:

- 1) Применением автоматических формовочных и стержневых линий, позволяющих уменьшить вредное воздействие шума, вибрации и теплового излучения до их ПДУ.
- 2) Применением установок с рукавным фильтром, которые позволят снизить разовый выброс пыли до ее норм ПДК.
- 3) Установкой газовых отсосов и применением абсорбционно-
- 4) биохимических установок, которые позволяют уменьшить выброс газообразных веществ в атмосферу. Разовый выброс газообразных веществ в атмосферу не будет превышать их норм ПДК.
- 5) Применением установки «Альфа 8М» уменьшающей разовый
- 6) выброс вредных веществ растворенных в воде до их норм ПДК.
- 7) Введением замкнутого технологического процесса, который
- 8) позволит уменьшить потребность в пополнении запасов нового сырья, основных и вспомогательных материалов, а так же пресной воды.
- 9) Рекомендуемые мероприятия позволят сделать данный технологический процесс экологичным, энерго- и ресурсосберегающим за счет внедрения современного оборудования и создания замкнутого технологического процесса.



## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В данном дипломном проекте мы разработали технологию изготовления отливки «Ступица».

Нами были решены следующие основные вопросы:

- выбор и обоснование материала отливки;
- выбор формовочных и стержневых смесей;
- выбор способа изготовления литейной формы и стержней;
- обеспечение питания отливки и ее направленного затвердевания;
- конструирование и расчет литниковой системы;
- выбор модельно-литейной оснастки;
- выбор термической обработки отливки;
- виды возможных дефектов отливок и меры по их устранению.

Кроме того была посчитана экономическая эффективность проекта, а именно проведены следующие расчеты: расчет численности рабочих, расчет заработной платы, отчислений на социальные нужды, основных производственных фондов (здания, сооружения, технологическое оборудование, транспортное оборудование). Произведен расчет калькуляции себестоимости 1 тонны годных отливок и технико-экономических показателей. Исходя изданных вычислений, можно сказать, что проектируемый литейный цех экономически эффективен.

Также были рассмотрены вопросы экологии, безопасности труда и безопасности жизнедеятельности при чрезвычайных ситуациях

В процессе выполнения дипломного проекта мы получили практические навыки разработки технологии изготовления отливок, а также систематизировали полученные ранее знания в области литейного производства.

## СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Технология литейного производства: Учеб. /Б. С Чуркин, Э. Б. Гофман и др.; Под ред. Б. С. Чуркина. Екатеринбург: Изд-во Урал. гос. проф.-пед. ун-та, 2000. 662 с.
2. Литейное производство: Учебник для металлургических специальностей вузов; Под ред. А. М. Михайлова. – М.: Машиностроение, 1987. – 256 с.
3. Гофман Э. Б., Панчук А. Г. Курсовое проектирование по дисциплинам “Технология литейного производства” и “Металлургическая теплотехника и печи”. – Екатеринбург: Изд-во Рос. гос. проф.-пед. ун-та, 2002. – 104 с.
4. ГОСТ 14995-69. Опоки литейные цельнолитые стальные прямоугольные размерами в свету: длиной от 2400 до 3000 мм, шириной от 1600 до 2000 мм, высотой 700;800 мм. Введ., Изд.: М., 1969.-8 с.
5. ГОСТ 3212-92 Комплекты модельные. Уклоны формовочные, стержневые знаки, допуски размеров. Введ., Изд.: М., 1993.-6 с.
6. ГОСТ 26645-85 Отливки из металлов и сплавов. Допуски размеров, массы и припуски на механическую обработку.
7. ГОСТ 5915-70 Гайки шестигранные класса точности В. Конструкция и размеры. Ввкд., Изд.:М., 1970.-6 с.
8. Чуркин. Б.С. Экономика управления производством: Учебное пособие.- Екатеринбург.:Изд-во Урал.гос.проф.-пед. Ун-та, 1999. 91с.
9. Закон Российской Федерации "О страховых взносах в Пенсионный фонд Российской Федерации, Фонд социального страхования Российской Федерации, Федеральный фонд обязательного медицинского страхования" от 24.07.2009 № N 212-ФЗ // Российская газета. 31.12.2013 г г. № №6272. Ст. 296
10. ГОСТ 12.0.003-74. Опасные и вредные производственные факторы. Классификация. - М.: Изд-во стандартов, 1978. -3 с.
11. СНиП 41-01-2003. Отопление, вентиляция и кондиционирование
12. ГОСТ 12.1.019-96. Общие требования и номенклатура видов защиты. – М.: Государственный комитет СССР по стандартам, 1985. – 7 с.

|      |      |          |         |      |                    |      |
|------|------|----------|---------|------|--------------------|------|
|      |      |          |         |      | ДП.44.03.04 155 ПЗ | Лист |
| Изм. | Лист | № докум. | Подпись | Дата |                    | 107  |

13. ГОСТ12.4.024-76. Обувь специальная виброзащитная
14. ГОСТ 12.1.030-81. Электробезопасность. Защитное заземление и зануление. М.: Государственный комитет СССР по стандартам, 1987. - 7 с.
15. ГОСТ 12.1.004-91. Пожарная безопасность. Общие требования. - М.: Стандартиформ, 2006.- 68 с.
16. СН 2.2.4/2.1.8.566-96. Производственная вибрация, вибрация в помещениях жилых и общественных зданий. - 1997. - 20 с.

Приложение 1